

Оригинални научни рад

Достављено - Received: 15.12.2006.

Original scientific paper

Прихваћено - Accepted: 18.12.2006.

UDK: 630\*176 : 582.632.2 (497.11)

Рецензент -Reviewer: Зоран Маунага

**Милош Копривица<sup>1</sup>**

## **VARIJABILITET I PRECIZNOST PROCJENE TAKSACIONIH ELEMENATA VISOKIH SASTOJINA BUKVE U JABLANIČKOM ŠUMSKOM PODRUČJU<sup>2</sup>**

**Izvod:** U cilju planiranja veličine uzorka istraživан je varijabilitet i preciznost procjene taksacionih elemenata visokih sastojina bukve. Odabrane su dvije sastojine grupimično raznodobne strukture, koje pripadaju planinskoj šumi bukve (*Fagetum moesiacaе montanum*). Sastojine su imale približno istu površinu. U sistematskom uzorku primijenjene su probne površine oblika kruga i veličine 500 m<sup>2</sup>. Ukupno je postavljeno 60 probnih površina, koliko je iznosila i površina istraživanih sastojina zajedno. Utvrđeno je da varijacioni koeficijent zapremine iznosi 39%, a dvostruka relativna greška procijenjene zapremine u sastojini površine oko 30 ha, odnosno u uzorku sa 30 probnih površina, ±14,2%. Postignuta preciznost procjene nije dovoljna za pouzdano planiranje gazdovanja na nivou sastojine.

**Ključne riječi:** Sastojina bukve, inventura šuma, uzorak, varijabilitet, preciznost

## **VARIABILITY AND PRECISION OF ASSESSMENT OF TAXATION ELEMENTS IN HIGH BEECH STANDS IN JABLANIČKO FOREST AREA**

**Abstract:** The variability and precision of assessment of taxation elements in high beech stands was researched in the aim of planning the sample size. Two stands of group selection all-age structure were selected, which belong to the forest of montane beech (*Fagetum moesiacaе montanum*). The stands

---

<sup>1</sup> Институт за шумарство, Београд, Република Србија

<sup>2</sup> Истраживање су финансирали Министарство науке и заштите животне средине Републике Србије и ЈП „Србијашуме“ у оквиру пројекта TR-6804A: Метод процене квалитета и сортиментне структуре високим састојина букве у Србији.

had approximately the same area. The systematic sample consisted of circular sample plots sized 500 m<sup>2</sup>. Altogether 60 sample plots were established, which was equal to the total area of the study stands. The coefficient of variation of volume was 39% and the double relative error of estimated volume in the stand area of about 30 ha, i.e. in the sample of 30 sample plots, was  $\pm 14.2\%$ . The attained precision of assessment is not sufficient for the reliable management planning at the stand level.

**Key words:** beech stand, forest inventory, sample, variability, precision

## UVOD

Ovaj rad predstavlja nastavak započetog istraživanja varijabiliteta i preciznosti procjene taksacionih elemenata visokih šuma bukve u Srbiji (Koprivica, M. 2006). Poznavanje varijabiliteta najznačajnijih taksacionih elemenata sastojine (broja stabala, temeljnice, zapremine i zapreminskog prirasta) je potrebno za planiranje veličine uzorka u cilju postizanja tražene tačnosti njihove procjene, po hektaru i na ukupnoj površini sastojine.

Pri inventuri šuma sastojina se (iz praktičnih razloga) definiše kao skup probnih površina određenog oblika i veličine, odnosno kao skup utvrđenih veličina taksacionih elemenata na tim probnim površinama. Oblik i veličina probne površine značajno utiče na varijabilitet taksacionih elemenata, a njihov broj u uzorku i varijabilitet na preciznost i tačnost procjene. Samo pri potpuno tačnim mjerenjima na probnim površinama pojmovi preciznost i tačnost se mogu izjednačiti (Pranjić, A. 1987). Preciznost je posljedica variranja jedinica u uzorku a tačnost pored toga sadrži i uticaj grešaka mjerenja. Praktično, ovdje se radi o grešci uzorka (grešci reprezentativnosti) i grešci izvan uzorka (tehničkoj grešci). Zbog toga, pri inventuri šuma posebno je važno svesti greške mjerenja na što manju mjeru. To se može postići upotrebom savremenih instrumenata, kontrolom mjernih instrumenata, stručnim i pažljivim radom na terenu. Slab kvalitet prikupljenih informacija tokom mjerenja ne može dati pouzdane rezultate inventure šuma, bez obzira na nivo i način dendrometrijske i statističke obrade podataka.

## ZADATAK I CILJ RADA

U ovom radu su postavljena dva zadatka istraživanja:

- utvrditi varijabilitet i preciznost procjene najznačajnijih taksacionih elemenata istraživanih sastojina bukve, i

- planirati veličinu uzorka za inventuru sastojina u zavisnosti od utvrdenog varijabiliteta i tražene preciznosti procjene taksacionih elemenata.

Rješenjem postavljenih zadataka definisan je i cilj istraživanja - stvaranje pouzdane stručne osnove za inventuru visokih sastojina bukve u Jablaničkom šumskom području.

## OBJEKAT I METOD RADA

U Jablaničkom šumskom području, koje se nalazi u južnom dijelu Srbije, za istraživanje su odabrane dvije visoke raznodobne sastojine bukve – ukupne površine oko 60 hektara. U gazdinskoj jedinici „Kačer-Zeleničje“ odabrana je sastojina 31a, a u gazdinskoj jedinici „Kukavica I“ sastojina 46a. Osnovne karakteristike ovih sastojina su:

*Sastojina 31a* ima površinu 32,44 ha, a nalazi se na nadmorskoj visini 870–1030 m, sa nagibom terena 15–40 stepeni. Preovlađujuće ekspozicije terena su sjeverozapadna i zapadna. Geološku podlogu čini gnajs u raspadanju, a tip zemljišta je distrično smeđe, dubine 40–80 cm. Sastojina pripada planinskoj šumi bukve (*Fagetum moesiacaе montanum*). Po uzgojnom i strukturnom obliku ovo je visoka grupimično raznodobna sastojina bukve. Bonitet staništa je II, sklop 0,69, udio bukve u zapremini sastojine 99,7%, srednji prečnik sastojine po temeljnici 30,2 cm, a srednja visina sastojine po Loraju 23,7 m.

*Sastojina 46a* ima površinu 28,33 ha, a nalazi se na nadmorskoj visini 780–1020 m, sa nagibom terena 15–40 stepeni. Preovlađujuće ekspozicije terena su sjeverozapadna i sjeverna. Geološku podlogu čini gnajs, a tip zemljišta je humusno silikatno eutrično, dubine 40–80 cm. I ova sastojina pripada planinskoj šumi bukve, a po uzgojnom i strukturnom obliku je takođe visoka grupimično raznodobna sastojina bukve. Bonitet staništa je II/III, sklop 0,87, udio bukve u zapremini sastojine 99,4%, srednji prečnik sastojine po temeljnici 31,5 cm, a srednja visina sastojine po Loraju 24,0 m.

Metod prikupljanja i obrade podataka je opisan detaljno u radu Koprivica, M. et al. (2005). Radi lakšeg razumijevanja dobijenih rezultata i izvedenih zaključaka u radu navodimo samo osnovne karakteristike primijenjenog metoda. Za utvrđivanje veličine i strukture taksacionih elemenata sastojina primijenjen je djelimični premjer (metod uzorka). Korišćene su jednostavne probne površine oblika kruga i veličine 500 m<sup>2</sup>, koje su u sastojini raspoređene u kvadratnom rasporedu na rastojanju 100 m. Intenzitet izbora, odnosno procenat probnih površina, iznosio je 5% od površine sastojine. Zavisno od površine sastojine veličina uzorka je iznosila 32 i 28 probnih površina. Za određivanje boniteta staništa posebno je za svaku probnu površinu

primijenjen standardni bonitetni snop za bukvu u Srbiji (Mirković, D., 1959. prema Nikolić, S., Banković, S., 1992).

Mjerenja na probnim površinama su obavljena savremenim instrumentima sa velikom pažnjom i tačnošću, a osnovna obrada prikupljenih podataka izvršena je na način opisan u radu Koprivica, M., Matović, B (2005).

Na dobijene podatke o veličini taksacionih elemenata po probnim površinama (prevedeno na hektar) primijenjene su statističke metode: *deskriptivna statistika i statistika jednostavnog slučajnog uzorka*.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Dobijeni rezultati istraživanja su prikazani tabelarno. Analizirani su sljedeći taksacioni elementi: srednji prečnik, srednja visina, tarifni niz, broj stabala, temeljnica, zapremina i zapreminski prirast sastojine po hektaru. Za uzorke probnih površina date su sljedeće statističke veličine: broj elemenata uzorka ( $n$ ), aritmetička sredina ( $\bar{X}$ ), minimalna ( $X_{\min}$ ) i maksimalna ( $X_{\max}$ ) veličina, standardna devijacija ( $S$ ), koeficijent varijacije ( $CV\%$ ), relativna standardna greška ( $m\%$ ), koeficijent asimetrije ( $\alpha_3$ ) i koeficijent zaobljenosti ( $\alpha_4$ ).

Radi bolje preglednosti rezultati istraživanja su dati prvo odvojeno za svaku sastojinu, a zatim i zajedno. Tako su i analizirani.

### Visoka sastojina bukve 31a

Pokazatelji veličine, varijabiliteta i preciznosti procjene taksacionih elemenata ove sastojine dati su u tabeli 1.

Tabela 1: Sastojina 31a - statistika za uzorak probnih površina  
 Table 1: Stand 31a - statistics for the sample of sample plots

Taksacioni. element	n	$\bar{X}$	$X_{\min}$	$X_{\max}$	S	CV%	m%	$\alpha_3$	$\alpha_4$
Srednji prečnik	32	32,5	17,5	53,6	9,71	29,89	5,28	0,375	2,30
Srednja visina	32	23,9	11,7	36,7	6,00	25,06	4,43	0,019	2,41
Tarifni niz	32	3,16	1,0	8,0	1,48	47,00	8,31	1,106	5,65
Broj stabala	32	301,2	60,0	1200,0	261,56	86,82	15,35	2,091	7,48
Temeljnica	32	21,55	9,00	36,68	7,91	36,70	6,49	0,449	2,30
Zapremina	32	290,89	109,29	511,27	104,40	35,91	6,35	0,457	3,17
Zapreminski prirast	32	6,34	2,54	12,16	2,34	36,94	6,52	0,672	3,26

U tabeli 1 se vidi da najmanje variraju srednja visina ( $CV = 25\%$ ) i srednji prečnik stabala po probnim površinama ( $CV = 30\%$ ). Tarifni niz ima veliki varijabilitet ( $CV = 47\%$ ), što upućuje na zaključak o heterogenosti staništa. Od glavnih taksacionih elemenata sastojine izuzetno visok varijabilitet ima broj stabala ( $CV = 87\%$ ), dok je varijabilitet temeljnice i zapreminskog prirasta skoro isti ( $CV = 37\%$ ). Varijacioni koeficijent zapremine je  $36\%$ .

Dvostruka relativna greška ( $P=95\%$ ) procijenjene prosječne zapremine po hektaru pomoću uzorka iznosi  $\pm 12,70\%$ . Isto toliko iznosi i greška procjene ukupne zapremine sastojine, jer je površina sastojine utvrđena tačno. Interval pouzdanosti procjene prosječne zapremine sastojine je  $253,95\text{--}327,83\text{ m}^3/\text{ha}$ . Utvrđena preciznost procjene zapremine nije dovoljna za sigurnije planiranje gazdovanja sastojinom. Naime, ako pretpostavimo da je intenzitet planirane sječe za deset godina u sastojini  $15\%$ , odnosno  $43,63\text{ m}^3/\text{ha}$  i ako je stvarna (tačna) prosječna zapremina sastojine po hektaru blizu donje granice intervala pouzdanosti procjene, jasno je da možemo donijeti pogrešnu odluku o veličini etata, koja bi poslije realizacije prosječnu zapreminu sastojine svela na oko  $210\text{ m}^3/\text{ha}$ . Prema tome, nije pouzdano planirati obim sječa za sastojinu jer dobijeni podaci pomoću uzorka nemaju potrebnu tačnost. Problem je utoliko veći što se uz ekonomski opravdanu veličinu uzorka ne može postići potrebna tačnost procijenjene zapremine u sastojini, pogotovo ako sastojina ima malu površinu. Na primjer, u ovoj sastojini da bi se postigla tačnost procjene zapremine od  $\pm 10,0\%$  uzorak probnih površina treba da ima 52, a za tačnost procjene od  $\pm 8,0\%$  čak 80 probnih površina. U ovom slučaju intenziteti izbora bi iznosio  $8,12\%$  i  $12,5\%$ .

### **Visoka sastojina bukve 46a**

Pokazatelji veličine, varijabiliteta i preciznosti procjene taksacionih elemenata ove sastojine dati su u tabeli 2.

Tabela 2: Sastojina 46a - statistika za uzorak probnih površina  
 Table 2: Stand 46a - statistics for the sample of sample plots

Taksacioni. element	n	$\bar{X}$	$X_{\min}$	$X_{\max}$	S	CV%	m%	$\alpha_3$	$\alpha_4$
Srednji prečnik	28	28,9	18,4	44,5	6,19	21,43	4,05	0,414	2,95
Srednja visina	28	21,3	14,3	29,8	3,92	18,38	3,47	0,168	2,62
Tarifni niz	28	3,68	1,0	6,0	1,36	37,03	7,00	0,161	2,20
Broj stabala	28	299,3	120,0	560,0	123,95	41,41	7,82	0,476	2,14
Temeljnica	28	23,21	7,23	42,13	7,42	31,99	6,04	0,300	3,76
Zapremina	28	316,04	68,21	612,28	132,51	41,92	7,92	0,613	3,17
Zapreminski prirast	28	10,06	2,59	17,99	3,627	36,05	6,81	0,044	3,10

U tabeli 2 se vidi da i u ovoj sastojini najmanje variraju srednja visina i srednji prečnik stabala po probnim površinama, a zatim tarifni niz. Od glavnih taksacionih elemenata najviše variraju broj stabala i zapremina (CV = 42%), a znatno manje zapreminski prirast (CV = 36%) i temeljnica (CV = 32%). Interesantno je zapaziti da skoro isti varijabilitet imaju tarifni niz i zapreminski prirast, što upućuje na zaključak o postojanju jake korelacije između njih.

Dvostruka relativna greška (P = 95%) procijenjene prosječne zapremine po hektaru u sastojini je  $\pm 15,84\%$ , a interval pouzdanosti procjene zapremine 265,98–366,20 m<sup>3</sup>/ha. O pouzdanosti utvrđenih podataka za planiranje gazdovanja na nivou sastojine i ovdje se još sigurnije može zaključiti isto što je zaključeno i za sastojinu 31a. Za lakše zaključivanje može se pretpostaviti da planirani intenzitet sječe iznosi koliko i dvostruka relativna greška procijenjene zapremine (15,84%). Da bi povećali preciznost procjene na  $\pm 10,0\%$ , odnosno  $\pm 8,0\%$  bilo bi potrebno povećati veličinu uzorka za 2,5, odnosno 3,9 puta (70 i 109 probnih površina). Intenzitet izbora bi tada iznosio 12,5%, odnosno 19,6%. Da se radi o sastojini manje površine sa istim varijabilitetom zapremine intenzitet izbora bi bio mnogo veći.

### Testiranje razlike srednjih veličina i varijabiliteta taksacionih elemenata

Na osnovu stanišnih i sastojinskih karakteristika sastojine 31a i 46a pripadaju istoj gazdinskoj klasi, pa je opravdano analizirati varijabilitet i preciznost procjene njihovih taksacionih elemenata zajedno, tj. u uzorku od 60 probnih površina. Međutim, ovo je potrebno provjeriti i statistički. U tu svrhu primijenjen je t-test razlike sredina i F-test razlike varijansi dva mala uzorka (Hadživuković, S. 1991).

Za taksacione elemente sastojina dobijene su sljedeće vrijednosti t-testa: srednji prečnik 1,73, srednja visina 2,00, tarifni niz 1,42, broj stabala 0,04, temeljnica 0,84, zapremina 1,35 i zapreminski prirast 4,65. Upoređenjem dobijenih vrijednosti t-testa sa njegovim kritičnim vrijednostima iz tablica t-distribucije ( $t_{0,05} = 1,90$  i  $t_{0,01} = 2,48$ ) može se zaključiti da su sve razlike statistički slučajne, osim razlike u zapreminskom prirastu koja je značajna na nivou rizika 1%. Dobijene vrijednosti F-testa, istim redom kao i kod t-testa, su sljedeće: 2,46, 2,34, 1,18, 4,45, 1,14, 1,61 i 2,41. Kritične vrijednosti F-testa iz tablica F-distribucije su:  $F_{0,05} = 1,90$  i  $F_{0,01} = 2,40$ . Upoređenjem dobijenih i tabličnih vrijednosti F-testa može se zaključiti da je razlika u varijabilitetu tarifnog niza, temeljnice i zapremine sastojina statistički slučajna, a srednje visine značajna na nivou rizika 5%. Razlika u varijabilitetu prečnika, zapreminskog prirasta i broja stabala je značajna na nivou rizika 1%. Svakako, najveća je razlika u varijabilitetu broja stabala.

Rezultati provedenog testiranja srednjih veličina i varijansi taksacionih elemenata potvrđuju da se sastojine mogu posmatrati kao jedinstven skup iz koga je uzet uzorak od 60 probnih površina, pogotovo ako se zaključivanje izvodi na bazi zapremine sastojina kao najznačajnijeg taksacionog elementa.

### Visoke sastojine bukve 31a i 46a zajedno

Pokazatelji veličine, varijabiliteta i preciznosti procjene taksacionih elemenata sastojina kada se posmatraju zajedno su dati u tabeli 3.

Tabela 3: Zajedno sastojine 31a i 46a - statistika za uzorak probnih površina  
Table 3: Together stands 31a and 46a - statistics for the sample of sample plots

Taksacioni element	n	$\bar{X}$	$X_{\min}$	$X_{\max}$	S	CV%	m%	$\alpha_3$	$\alpha_4$
Srednjiprečnik	60	30,8	17,5	53,6	8,39	27,23	3,51	0,627	3,01
Srednjavisina	60	22,7	11,7	36,7	5,26	23,15	2,99	0,330	2,78
Tarifniniz	60	3,40	1,00	8,00	1,44	42,36	5,47	0,629	3,70
Brojstabala	60	300,3	60,0	1200,0	207,31	69,03	8,91	2,194	9,47
Temeljnica	60	22,32	7,23	42,14	7,67	34,35	4,43	0,350	2,76
Zapremina	60	302,63	68,21	612,28	118,03	39,00	5,04	0,619	3,34
Zapreminskiprirast	60	8,08	2,54	17,99	3,52	43,60	5,63	0,592	2,98

U tabeli 3 se vidi da najmanje variraju srednja visina (CV= 23%) i srednji prečnik (CV = 27%), a zatim slijede: temeljnica (CV = 35%), zapremina (CV = 39%), tarifni niz (CV = 42%), zapreminski prirast (CV = 44%) i broj stabala sa izuzetno visokim varijabilitetom (CV = 69%).

Dvostruka relativna greška (P = 95%) taksacionih elemenata u uzorku, istim redom, je:  $\pm 5,98\%$ ,  $\pm 7,02\%$ ,  $\pm 8,86\%$ ,  $\pm 10,08\%$ ,  $\pm 10,94\%$ ,  $\pm 11,26\%$  i  $\pm 17,82\%$ . Naravno, najveći značaj ima relativna greška procijenjene zapremine po hektaru i ukupno na cijeloj površini sastojina. I ova greška prelazi granicu od  $\pm 10,0\%$ . Interval pouzdanosti procjene je 272,12–333,14 m<sup>3</sup>/ha, pa apsolutna greška zapremine iznosi 30,51 m<sup>3</sup>/ha. Ako se pretpostavi da intenzitet sječe za deset godina iznosi 15%, odnosno 45,39 m<sup>3</sup>/ha opet se vidi da planiranje pri dobijenoj preciznosti (tačnosti) procjene još uvijek nije pouzdano.

## DISKUSIJA

Radi upoređenja i dalje analize varijabiliteta i preciznosti procjene najznačajnijih taksacionih elemenata istraživanih sastojina u tabelama 4.1 i 4.2 dati su njihovi varijacioni koeficijenti i dvostruke relativne greške<sup>3</sup>.

Tabela 4.1: Varijacioni koeficijenti glavnih taksacionih elemenata  
 Table 4.1: Variation coefficients of the main taxation elements

Sastojina	Broj probnih površina (n)	Varijacioni koeficijent (%)			
		N	G	V	I <sub>v</sub>
31a	32	86,8	36,7	35,9	36,9
46A	28	41,4	32,0	41,9	36,1
Prosjek	30	64,2	34,3	39,0	36,4

Tabela 4.2: Dvostruke relativne greške glavnih taksacionih elemenata  
 Table 4.2: Double relative errors of the main taxation elements

Sastojina	Broj probnih površina (n)	Relativna greška uzorka ( $\pm\%$ )			
		N	G	V	I <sub>v</sub>
31a	32	30,70	12,98	12,70	13,04
46A	28	15,64	12,08	15,84	13,62
Prosjek	30	23,67	12,56	14,16	13,31

<sup>3</sup> U tabelama 4.1 i 4.2 prosjeci su dobijeni kao ponderisane veličine. Za koeficijent varijacije kao ponder uzeta je prosječna veličina taksacionih elemenata, a za grešku procjene broj probnih površina postavljenih u sastojinama.



U tabeli 4.1 se vidi da sastojine imaju jako različit varijabilitet broja stabala. Izuzetno visok varijabilitet broja stabala u sastojini 31a je posljedica zastupljenosti malog broja probnih površina u uzorku sa ekstremno velikim brojem tankih stabala (ukupno 3). S obzirom na temeljnicu, zapreminu i zapreminski prirast nema veće razlike u veličini varijacionih koeficijenata. Ipak, najveći značaj za planiranje potrebne veličine uzorka u inventuri šuma ima varijacioni koeficijent zapremine, koji u prosjeku iznosi 39%. U ranijim istraživanjima za pet visokih sastojina bukve u istočnoj i zapadnoj Srbiji prosječni varijacioni koeficijent zapremine je iznosio 35% (Koprivica, M. 2006).

Između utvrđenih relativnih grešaka (tabela 4.2) postoje isti odnosi kao i između varijacionih koeficijenata, jer nije velika razlika u veličini poređenih uzoraka. Svakako, najveća je dvostruka relativna greška broja stabala ( $m = \pm 23,7\%$ ). Za sastojinu površine oko 30 ha, odnosno u uzorku 30 probnih površina, dvostruka relativna greška zapremine iznosi  $\pm 14,2\%$ . Zapreminski prirast i temeljnica sastojine su utvrđeni sa većom, ali nedovoljnom, tačnošću (oko  $\pm 13,0\%$ ). Da bi se postigla preciznost procjene zapremine od  $\pm 10,0\%$ , odnosno  $\pm 8,0\%$  trebalo bi povećati veličinu uzoraka za 2,0, odnosno 3,3 puta.

Razmatrajući pitanje varijabiliteta i preciznosti procjene zapremine mješovite preborne sastojine jele, bukve i smrče – površine oko 23 ha, u kojoj je postavljeno 25 probnih površina oblika kruga i veličine 900 m<sup>2</sup>, konstatovano je da varijacioni koeficijent zapremine iznosi 28%, a dvostruka relativna greška zapremine  $\pm 10,8\%$  (Čavlović, J. et al., 2001). Autori rada posebno upozoravaju da treba voditi dosta računa o utvrđenoj preciznosti procjene zapremine i zapreminskog prirasta preborne sastojine prilikom uređivanja i planiranja gazdovanja.

S obzirom da je najlakše utvrditi varijacioni koeficijent temeljnice, pri utvrđivanju odnosa u varijabilitetu taksacionih elemenata sastojine ovaj koeficijent treba uzeti kao bazu indeksa. Prema tome, ako je indeks za temeljnicu 1,0 za zapreminski prirast je 1,06, za zapreminu 1,14 i za broj stabala 1,87.

U tabeli 5 dati su rezultati planiranja elemenata jednostavnog sistematskog uzorka za visoke sastojine bukve površine od 5 do 40 ha. Radi sigurnosti uzet je koeficijent varijacije zapremine 40%, a tražena preciznost procjene  $\pm 10,0\%$  ili  $\pm 8,0\%$ .

Tabela 5: Potrebna veličina uzorka za procjenu zapremine sastojina bukve  
 Table 5: Necessary sample size for the assessment of beech stand volume

Površina sastojine (ha)	Elementi uzorka za postizanje tražene preciznosti procjene zapremine					
	Greška uzorka $\pm 10,0\%$			Greška uzorka $\pm 8,0\%$		
	n	x (m)	p (%)	n	x (m)	p (%)
5	64	27,9	64,0	100	22,3	100,0
10	64	39,5	32,0	100	31,6	50,0
15	64	48,4	21,3	100	38,7	33,3
20	64	55,9	16,0	100	44,7	25,0
25	64	62,5	12,8	100	50,0	20,0
30	64	68,5	10,7	100	54,8	16,7
35	64	73,9	9,1	100	59,2	14,3
40	64	79,0	8,0	100	63,2	12,5

U tabeli 5 se vidi da je, uz pretpostavku istog varijabiliteta zapremine, u sastojinama različite površine i tražene preciznosti procjene (iste veličine uzorka) intenzitet izbora jako veliki za sastojine male površine. Ako se kao granica između potpunog i djelimičnog premjera sastojina uzme intenzitet izbora 30% površine sastojine kao ekonomski opravdan (Mirković, D., Banković, S. 1993), tada vidimo da bi za postizanje tražene tačnosti procjene od  $\pm 10,0\%$  sastojine sa površinom ispod 10 ha trebalo potpuno premjeriti, odnosno za tačnost procjene  $\pm 8,0\%$  sastojine ispod 15 ha. Praktično, to je teško izvodljivo i nema nikakvog ekonomskog opravdanja. Po našem mišljenju, uzorak je uvijek ekonomski opravdan u odnosu na potpun premjer, a u praksi se može tolerisati intenzitet izbora maksimalno 10–15% od površine sastojine. Međutim, i od ovoga treba odustati i planirati veličinu uzorka samo za veće uređajne i klasifikacione jedinice šuma (gazdinske klase, kategorije šuma, gazdinske jedinice i šumskoprivredno područje). Takođe, treba koristiti jedinstvenu mrežu probnih površina za sve sastojine, a ne različitu kao što je prikazano u tabeli 5, jer bi to stvorilo velike probleme prilikom realizacije uzorka na terenu..

## 6. ZAKLJUČAK

Provedeno istraživanje varijabiliteta i preciznosti (tačnosti) procjene taksacionih elemenata visokih sastojina bukve u Jablaničkom šumskom području omogućava izvođenje sljedećih zaključaka:

- Istraživane sastojine su slične po varijabilitetu većine taksacionih elemenata, a naročito u pogledu tarifnog niza (boniteta staništa), temeljnice i zapremine.

Prosječne veličine varijacionog koeficijenta za taksacione elemente su sljedeće: srednji prečnik 25,9%, srednja visina 22,0%, tarifni niz 41,6%, broj stabala 64,2%, temeljnica 34,3%, zapremina 39,0% i zapreminski prirast 36,4%.

- U zavisnosti od varijabiliteta taksacionih elemenata i primijenjene veličine uzorka probnih površina ostvarena je određena preciznost procjene, izražena dvostrukom relativnom greškom uzorka. Prosječna veličina dvostruke relativne greške taksacionih elemenata je sljedeća: srednji prečnik  $\pm 9,41\%$ , srednja visina  $\pm 7,96\%$ , tarifni niz  $\pm 15,40\%$ , broj stabala  $\pm 23,67\%$ , temeljnica  $\pm 12,56\%$ , zapremina  $\pm 14,16\%$  i zapreminski prirast  $\pm 13,31\%$ .
- Postizanje najčešće tražene preciznosti procjene zapremine sastojine po hektaru i na cijeloj površini od  $\pm 10,0\%$  ili  $\pm 8,0\%$  je povezano sa višestrukim povećanjem primijenjene veličine uzorka, odnosno intenziteta izbora (5% inventarisane površine) i nema ekonomsko opravdanje - naročito za sastojine male površine. Zbog toga, prilikom inventure šuma u cilju izrade šumskoprivrednih osnova veličinu uzorka ne treba planirati posebno za svaku sastojinu već jedinstveno za veće uređajne i klasifikacione jedinice šuma. Tako se može postići potrebna pouzdanost podataka za planiranje gazdovanja a inventura šuma učiniti ekonomski opravdanom.

## LITERATURA

- Čavlović J., Božić M., Galić Ž. 2001: Varijabilnost i prostorna raspodjela elemenata strukture i etata na razini sastojine pri gospodarenju prebornim šumama uz pomoć GIS-a, Znanost o potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama, Znanstvena knjiga Šumarskog fakulteta, Šumarskog instituta i Hrvatskih šuma, Zagreb, str. 413-422.
- Hadživuković S. 1991: Statistički metodi, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Koprivica M. 2006: Pouzdanost rezultata inventure visokih sastojina bukve pomoću uzorka, Međunarodna naučna konferencija „Održivo gazdovanje šumskim ekosistemima“, Donji Milanovac, 8–10 novembar 2006, Institut za šumarstvo, Beograd, str. 23-35.
- Koprivica M., Matović B. 2005: Regresione jednačine zapremine i zapreminskog prirasta stabala bukve u visokim šumama na području Srbije, Zbornik radova, tom 52-53, Institut za šumarstvo, Beograd, str. 5-17.
- Koprivica M., Miletić Z., Tabaković-Tošić M. 2005: Metodika prikupljanja i obrade terenskih podataka za proučavanje kvaliteta i sortimentne strukture visokih sastojina bukve u Srbiji, Rukopis, Institut za šumarstvo, Beograd.

Mirković D., Banković S. 1993: Dendrometrija, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Republike Srbije, Beograd.

Nikolić S., Banković S. 1992: Tablice i tehničke norme u šumarstvu, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Republike Srbije, Beograd.

Pranjić A. 1987: Pouzdanost rezultata izmjere šuma, Glasnik za šumske pokuse, br. 11, Zagreb, str. 161-176.

Miloš Koprivica

## VARIABILITY AND PRECISION OF ASSESSMENT OF TAXATION ELEMENTS IN HIGH BEECH STANDS IN JABLANIČKO FOREST AREA

### Summary

*The variability and precision of assessment of taxation elements was researched in high all-aged beech stands. The analysis included: mean diameter, mean height, tariff series (site class), number of trees, basal area, volume and volume increment. The study area consists of two stands in the montane beech forest (Fagetum mesiacae montanum). Stand area is 32.44 and 28.33 ha. The stand inventory was performed on a simple systematic sample. Sample elements are circular sample plots sized 500 m<sup>2</sup>, which are distributed in the grid network, spacing 100 m. Selection intensity amounted to 5% of the stand area. Altogether 60 sample plots were established, on which about 900 trees were measured. Data processing was based on the usual methods of dendrometry and statistics.*

*It was concluded that the average values of variation coefficients were as follows: mean diameter 25.9%, mean height 22.0%, tariff series 41.6%, number of trees 64.2%, basal area 34.3%, volume 39.0% and volume increment 36.4%. For the stand area of about 30 ha, i.e. the sample of 30 sample plots, the double relative error of assessment of taxation elements is: ±9.41%, ±7.96%, ±15.40%, ±23.67%, ±12.56%, ±14.16% and ±13.31%. It was concluded that, for the most frequently demanded accuracy of stand volume assessment (±10.0% or ±8.0%), it is necessary to increase the applied sample size by 2, i.e. 3 times, which cannot be economically justified. The solution is the planning the sample sizes for larger management and classification units of high beech forests.*