

**INSTITUT ZA ŠUMARSTVO · INSTITUTE OF FORESTRY ·  
BEOGRAD**

# **ZBORNİK RADOVA**

**COLLECTION  
TOM 54-55**

**Yu ISSN 0354-1894**



**B E O G R A D  
2006**

# INSTITUT ZA ŠUMARSTVO – BEOGRAD

## **Za izdavača:**

Dr LJUBINKO RAKONJAC

•

## **Redakcioni odbor:**

Dr VLADIMIR LAZAREV

Dr MILOŠ KOPRIVICA

Dr RADOVAN NEVENIĆ

Dr PERO RADONJA

Dr DRAGANA DRAŽIĆ

Dr MARA TABAKOVIĆ-TOŠIĆ

Dr LJUBINKO RAKONJAC

Dr MIHAILO RATKNIĆ

Dr ZORAN MILETIĆ

Dr MILORAD VESELINOVIĆ

Dr DRAGANA STOJIČIĆ

Assoc. Prof. Dr IANTCHO NAIDENOV, Bulgaria

Prof. Dr NIKOLA HRISTOVSKI, Macedonia

Dr KALLIOPI RADOGLU, Greece

•

## **Glavni i odgovorni urednik:**

Dr MARA TABAKOVIĆ-TOŠIĆ

•

## **Sekretar Zbornika:**

Mr TATJANA ĆIRKOVIĆ

•

## **Prevod na engleski:**

Mr ANA TONIĆ

• Svi radovi su recenzirani •

•

## **Tiraž:**

300 primeraka

•

## **Štampa:**

„Standard 2“

## SADRŽAJ · CONTENTS

<i>Nikolić Biljana, Tošić Mihailo</i> <b>POLEN PIRAMIDALNE JELE SA OGORIJEVCA .....</b>	5
<i>Biljana Nikolić, Milorad Veselinović, Vesna Golubović-Ćurguz, Radosava Doković</i> <b>VARIJABILNOST NEKIH MORFOLOŠKIH OSOBINA JEDNOGODIŠNJIH SADNICA <i>Pinus peuce</i> Griseb. ....</b>	15
<i>Vlado Čokeša, Snežana Stajić, Zoran Miletić</i> <b>PRILOG POZNAVANJU UTICAJA STANIŠNIH I SASTOJINSKIH FAKTORA NA PRIRODNU OBNOVU BUKVE NA PODRUČJU SEVERNOG KUČAJA .....</b>	23
<i>Miloš Koprivica, Bratislav Matović</i> <b>VARIJABILITET I PRECIZNOST PROCENE TAKSACIONIH ELEMENTATA STABLA U VISOKIM SASTOJINAMA BUKVE NA PODRUČJU SEVERNOG KUČAJA I BORANJE .....</b>	37
<i>Milić Matović, Ljubinko Rakonjac, Biljana Nikolić</i> <b>IZTRAŽIVANJE ŠUMSKIH VRSTA SA SANITARNO- MELIORATIVNIM UTICAJEM NA ŽIVOTNU SREDINU .....</b>	49
<i>Mara Tabaković-Tošić, Vladimir Lazarev, Snežana Rajković</i> <b>O INTEGRALNOJ ZAŠTITI ŠUMA .....</b>	57
<i>Mara Tabaković-Tošić</i> <b>ZDRAVSTVENO STANJE VISOKIH BUKOVIH ŠUMA U SEVERNOKUČAJSKOM PODRUČJU .....</b>	77
<i>Vladimir Lazarev, Mara Tabaković-Tošić</i> <b>PRELIMINARNA ISPITIVANJA PESTICIDA U CILJU ISTOVREMENOG SUZBIJANJA HRASTOVE PEPELNICE I LARVI DEFOLIJATORA IZ REDA LEPIDOPTERA .....</b>	95
<i>Radovan Nevenić</i> <b>INTEGRALNO UPRAVLJANJE PRIRODNIM RESURSIMA U DOMENU ŠUMARSKÉ POLITIKE .....</b>	111



UDK 630\*524.6 : 582.632.2 (497.11-11) (23.02 Kučaj)  
Originalni naučni rad

## VARIJABILITET I PRECIZNOST PROCENE TAKSACIONIH ELEMENATA STABLA U VISOKIM SASTOJINAMA BUKVE NA PODRUČJU SEVERNOG KUČAJA I BORANJE

*Miloš Koprivica  
Bratislav Matović<sup>1</sup>*

**Izvod:** Metodom uzorka istraživana je varijabilitet i preciznost procene taksacionih elemenata stabla u sastojinama bukve generativnog porekla. Odabrano je pet karakterističnih sastojina s obzirom na njihovu debljinsku i visinsku strukturu. Radi se o raznodobnim sastojinama bukve, sa neznatnim učešćem drugih vrsta drveća. Za inventuru sastojina primenjen je sistematski raspored probnih površina veličine 500 m<sup>2</sup>. Veličina primenjenog uzorka iznosila je od 154 do 315 stabala. Koeficijent varijacije zapremine stabla je od 92% do 120%. Prosečni varijacioni koeficijent je 110%, a dvostruka relativna greška  $\pm 13,5\%$ , za uzorak 265 stabala.

**Ključne reči:** uzorak, bukva, stablo, inventura šuma, varijabilitet, preciznost, tačnost.

VARIABILITY AND PRECISION OF ASSESSMENT OF TAXATION  
ELEMENTS IN HIGH BEECH STANDS IN THE AREA OF SEVERNI  
KUČAJ AND BORANJA

**Abstract:** The variability and precision of assessment of tree taxation elements was researched in beech stands of seed origin by the sample method. Five characteristic stands were selected based on their diameter

---

<sup>1</sup>*Dr Miloš Koprivica, viši naučni saradnik, mr Bratislav Matović, istraživač saradnik, Institut za šumarstvo, Beograd.*

Istraživanja su finansirala Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije i Javno preduzeće za gazdovanje šumama „Srbijašume“ u okviru projekta TR-6804.A: Metod procene kvaliteta i sortimentne strukture visokih sastojina bukve u Srbiji.

and height structure. They are all-age beech stands, with an insignificant percentage of other tree species. Stand inventory was measured on the systematic distribution of sample plots, area 500 m<sup>2</sup>. The size of the sample was from 154 to 315 trees. The coefficient of variation of tree volume was from 92% to 120%. Average variation coefficient was 110%, and double relative error was  $\pm 13.5\%$ , for the sample of 265 trees.

**Key words:** sample, beech, tree, forest inventory, variability, precision, accuracy.

## 1. UVOD

Inventura sastojina može se izvesti na više načina: potpunim premerom, delimičnim premerom, okularnom procenom i savremenim metodom daljinske detekcije. Ipak, najčešće se primenjuje delimični premer, odnosno metod uzorka zasnovan na statističkom principu. Planiranje uzorka u inventuri šuma je kompleksan problem i traži prethodno odgovor na mnoga pitanja. Poznavanje varijabiliteta najznačajnijih taksacionih elemenata stabla i sastojine, kao i predviđanje preciznosti odnosno tačnosti njihove procene, ima poseban značaj. O razlici pojmova *preciznost* i *tačnost* pisali smo ranije (Koprivica, M., 2004).

U statističkom smislu, sastojina predstavlja skup stabala (prirodnih jedinica) određene vrste drveća. Tačnost izvršene procene veličine taksacionih elemenata stabla, sastojine ili veće inventurne jedinice je podatak koji nas najviše interesuje i pored preciznosti sadrži i komponentu pristrasnosti. Pristrasnost je posledica prisustva grešaka u merenju. Uticaj grešaka merenja na tačnost procene taksacionih elemenata je manje-više poznata u dendrometriji, odnosno inventuri šuma i nema potrebe da to ponavljamo.

## 2. ZADATAK I CILJ RADA

Polazeći od poznate činjenice da svaku sastojinu karakteriše određeni varijabilitet taksacionih elemenata, u ovom radu definisani su sledeći zadaci istraživanja:

- utvrditi varijabilitet i preciznost procene najznačajnijih taksacionih elemenata stabla u visokim sastojinama bukve na pojedinim lokalitetima u istočnoj i zapadnoj Srbiji;
- planirati potrebnu veličinu uzorka u zavisnosti od veličine varijabiliteta taksacionih elemenata i potrebne preciznosti, odnosno pouzdanosti (verovatnoće) procene.

Rešenjem postavljenih zadataka definisan je i cilj istraživanja – stvaranje stručne osnove za planiranje uzorka stabala u različite svrhe.

### 3. OBJEKAT I METOD RADA

Istraživanje je provedeno u pet visokih sastojina bukve koje su karakteristične po različitim stanišnim i sastojinskim osobinama. Pripadaju brdskoj šumi bukve (*Fagetum moesiacaе submontanum*) i planinskoj šumi bukve (*Fagetum moesiacaе montanum*) sa nadmorskom visinom od 450 do 1000 metara i različitim geološkim podlogama i tipovima zemljišta. Nagib terena je prosečno od 10° do 25°. Ekspozicija je najčešće severozapadna ili zapadna. Po strukturnom obliku to su grupimično raznodobne sastojine. U istraživanim sastojinama izvođene su seče stabala po sistemu stablimičnog ili grupimičnog prebiranja.

Za ovo istraživanje veći značaj imaju karakteristike same sastojine od karakteristika staništa. U karakteristikama sastojine najčešće se reflektuju i karakteristike staništa, jer se radi o prirodno nastalim šumama bukve u kojima su provedene mere nege u skladu sa dobro definisanim ciljevima gazdovanja.

Površina sastojina varira od 12 do 29 ha, bonitet staništa od I/II do III/IV, sklop od 84 do 90%, srednji prečnik od 30 do 37 cm, srednja visina od 18 do 28 m, a radi se o čistim sastojinama bukve.

Broj stabala po hektaru (iznad 10 cm prsnog prečnika) varira od 214 do 321, temeljnica od 23 do 33 m<sup>2</sup>/ha, zapremina od 333 do 522 m<sup>3</sup>/ha i zapreminski prirast od 5,0 do 10,5 m<sup>3</sup>/ha.

Za utvrđivanje zapremine i zapreminskog prirasta stabala primenjene su regresione jednačine (Koprivica, M., Matović, B., 2005) dobijene na osnovu tarifa za bukvu u Srbiji (Mirković, D., 1959).

Za utvrđivanje veličine, varijabiliteta i preciznosti procene taksacionih elemenata primenjen je metod jednostavnog (sistematskog) uzorka. Ovde su posmatrani rezultati istraživanja taksacionih elemenata stabala utvrđeni na probnim površinama. Primenjene su jednostavne probne površine oblika kruga, veličine 500 m<sup>2</sup> (radijus 12,62 m), koje su u sastojini raspoređene u kvadratnoj mreži na rastojanju 100 metara (jedan krug reprezentuje jedan hektar). Veličina uzorka je iznosila od 154 do 315 stabala

Na svim probnim površinama u sastojini izvršen je potpun premer prečnika, visina i debljinskog prirasta svih stabala iznad taksacione granice (10 cm). Broj taksacionih elemenata obuhvaćenih prilikom prikupljanja terenskih podataka za projekat „Metod procene kvaliteta i sortimentne strukture visokih sastojina bukve u Srbiji“ je mnogo veći i detaljno je opisan u metodici prikupljanja terenskih podataka (Koprivica, M. et al., 2005).

Podaci su obrađeni po posebnom metodu razrađenom u ovu svrhu. Specifičnost metoda obrade podataka je u tome da je za svaku probnu površinu posebno utvrđen tarifni niz na bazi visina stabala prsnog prečnika od 30 do 70 cm. Korišćen je standardni bonitetni snop visina za bukvu u Srbiji (Mirković, D., 1959).

Posle određivanja tarifnog niza, za svako stablo određena je zapremina i njegov zapreminski prirast, koji odgovara jednom centimetru debljinskog prirasta i promeni visine (visinskom prirastu). Množenjem dobijene vrednosti sa stvarnim debljinskim prirastom dobijen je zapreminski prirast stabla. Za potrebe projekta, urađena je i metodika obrade podataka (Koprivica, M. et al., 2005).

Za obradu podataka primenjene su statističke metode: deskriptivna statistika i statistika jednostavnog slučajnog uzorka.

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Za sve sastojine rezultati istraživanja su prikazani tabelarno. Date su sledeće statističke veličine: broj elemenata uzorka ( $n$ ), aritmetička sredina ( $\bar{X}$ ), minimalna ( $X_{\min}$ ) i maksimalna ( $X_{\max}$ ) vrednost, standardna devijacija ( $S_x$ ), koeficijent varijacije ( $CV\%$ ), relativna standardna greška ( $m_x\%$ ), koeficijent asimetrije ( $\alpha_3$ ) i koeficijent zaobljenosti ( $\alpha_4$ ).

Teoretske osnove metoda uzorka s primenom u inventuri šuma izložene su u radu Koprivica, M. (1984).

Radi bolje preglednosti, rezultati istraživanja su izneti odvojeno po sastojinama, a zatim je izvršena sinteza rezultata.

### 4.1 Visoka sastojina bukve 33a

Ova sastojina se nalazi u Severnokućajskom šumskoprivrednom području, u gazdinskoj jedinici „Majdan – Kučajna“. Nadmorska visina je oko 450 m, ekspozicija severozapadna, a nagib 10–30°. Geološku podlogu čine jedri krečnjaci, a zemljište je distrično smeđe (kiselo smeđe), dubine 40–80 cm. Sklop je 90%, a glavna vrsta drveća bukva generativnog porekla. Površina sastojine je 22,7 ha, a bonitet II.

U sastojini su postavljene 23 probne površine i na njima premereno 315 stabala.

Pokazatelji veličine, varijabiliteta i preciznosti procene taksacionih elemenata stabala dati su u tabeli 1.

**Tabela 1: Sastojina 33a – statistika za stabla bukve**

Taksacioni element	n	$\bar{X}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$S_x$	CV%	m%	$\alpha_3$	$\alpha_4$
Prečnik	315	34,94	10,4	92,0	18,33	52,46	2,96	0,74	2,79
Temeljnica	315	0,122	0,008	0,664	0,123	101,19	5,70	1,63	5,83
Visina	315	27,00	7,7	44,1	5,86	21,69	1,22	-0,23	3,10
Debljinski prirast	315	0,270	0,02	0,79	0,180	66,78	3,76	0,43	2,49
Zapremina	315	1,908	0,041	12,007	2,280	119,51	6,73	1,82	6,56
Zapreminski prirast	315	0,031	0,000	0,150	0,032	103,24	5,82	1,21	3,84

Za analizu varijabiliteta najveći značaj ima koeficijent varijacije, a za analizu preciznosti procene relativna standardna greška. S obzirom da su ovi pokazatelji izraženi u procentima, može se uporediti varijabilitet i preciznost procene taksacionih elemenata u istoj i različitim sastojinama.

U tabeli 1 vidi se da od analiziranih taksacionih elemenata stabla najmanje varira visina (CV = 21,7%), zatim prečnik (CV = 52,5%) i debljinski prirast (CV = 66,8%). Mnogo više variraju temeljnica, zapremina i zapreminski prirast (koeficijent varijacije preko 100%).

Uzorak stabala daje zadovoljavajuću preciznost procene taksacionih elemenata, a odnosi između njih u ovom pogledu su približno isti kao i za varijabilitet.

## 4.2 Visoka sastojina bukve 42a

Ova sastojina se nalazi u Severnokučajskom šumskoprivrednom području, u gazdinskoj jedinici „Crni vrh“. Nadmorska visina je oko 950 m, ekspozicija severozapadna, a nagib 5–15°. Geološku podlogu čine andeziti, a zemljište je distrično smeđe (kiselo smeđe), dubine 40–80 cm. Sklop je 87%, a glavna vrsta drveća bukva, generativnog porekla. Sastojina je grupimično raznodobna i ima površinu 17,5 ha, a bonitet staništa III.

U sastojini je postavljeno 18 probnih površina, na kojima je premereno 289 stabala.

Podaci o veličini, varijabilitetu i preciznosti procene taksacionih elemenata stabala dati su u tabeli 2.

**Tabela 2: Sastojina 42a – statistika za stabla bukve**

Taksacioni element	n	$\bar{X}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$S_x$	CV%	m%	$\alpha_3$	$\alpha_4$
Prečnik	289	32,78	10,2	73,6	13,57	41,39	2,43	0,350	2,53
Temeljnica	289	0,099	0,008	0,425	0,077	77,79	4,58	1,184	4,33
Visina	289	21,68	5,7	32,0	5,51	25,40	1,50	-1,055	3,55
Debljinski prirast	289	0,262	0,02	0,800	0,154	58,74	3,46	0,728	3,49
Zapremina	289	1,182	0,034	6,137	1,091	92,26	5,43	1,295	4,62
Zapreminski prirast	315	0,031	0,000	0,150	0,032	103,24	5,82	1,21	3,84

U tabeli 2 vidi se da najmanje varira visina (CV = 25,4%), zatim prečnik (CV = 41,4%) i debljinski prirast (CV = 58,7%). Mnogo više varira temeljnica, zapremina i zapreminski prirast (koeficijent varijacije je od 78 do 92%). Varijacioni koeficijent temeljnice iznosi oko 84% varijacionog koeficijenta zapremine. Preciznost procene svih taksacionih elemenata stabla je zadovoljavajuća.

### 4.3 Visoka sastojina bukve 42b

Ova sastojina se nalazi u istom odeljenju kao i prethodna, samo na većoj nadmorskoj visini (oko 1000 m). Ostale stanišne karakteristike su jako nepovoljne u odnosu na prvu sastojinu, a kvalitet stabala je mnogo lošiji. Površina sastojine je 12,0 ha, a bonitet staništa III/IV.

U sastojini je postavljeno 10 probnih površina, na kojima su premerena 154 stabla.

Podaci o veličini, varijabilitetu i preciznosti procene taksacionih elemenata stabala dati su u tabeli 3.

**Tabela 3: Sastojina 42b – statistika za stabla bukve**

Taksacioni element	n	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$S_x$	CV%	m%	$\alpha_3$	$\alpha_4$
Prečnik	154	32,11	10,20	76,80	16,62	51,74	4,17	0,551	2,36
Temeljnica	154	0,102	0,008	0,463	0,098	95,77	7,72	1,324	4,53
Visina	154	17,96	6,70	28,90	5,14	28,63	2,31	-0,182	2,00
Debljinski prirast	154	0,278	0,020	0,840	0,165	59,20	4,77	0,665	3,10
Zapremina	154	1,082	0,029	6,046	1,249	115,41	9,31	1,498	5,08
Zapreminski prirast	154	0,016	0,001	0,095	0,016	99,20	8,00	1,748	7,30

U tabeli 3 vidi se da najmanje varira visina stabala (CV = 28,6%), zatim prečnik (CV = 51,7%) i debljinski prirast (CV = 59,2%). Po pravilu, mnogo više variraju temeljnica (CV = 95,8%) i zapreminski prirast (CV = 99,2%), a najviše zapremina. (CV = 115,4%). U skladu sa veličinom varijabiliteta je i manja preciznost procene.

Iako se sastojine 42a i 42b nalaze u istom odeljenju, one su jako različite s obzirom na sastojinske prilike, pa se to odrazilo i na varijabilitet osnovnih taksacionih elemenata, odnosno na preciznost procene.

### 4.4 Visoka sastojina bukve 122a

Ova sastojina se nalazi u Podrinjsko-kolubarskom šumskoprivrednom području, u gazdinskoj jedinici „Istočna Boranja“. Nadmorska visina je oko 750 m, ekspozicija severozapadna, a nagib 5–35°. Geološka podloga je granodiorit, a zemljište eutrično smeđe ili gajnjača, dubine 80–120 cm. Sklop je 86%, a glavna vrsta drveća bukva generativnog porekla. To je čista i grupimično raznodobna sastojina bukve sa površinom 29,0 ha. Bonitet staništa je I/II. Sastojina je izuzetno dobrog kvaliteta, ali slabo podmlađena.

U sastojini je postavljeno 29 probnih površina, na kojima je premereno 310 stabala.

Podaci o veličini, varijabilitetu i preciznosti procene taksacionih elemenata stabla dati su u tabeli 4.

**Tabela 4: Sastojina 122a – statistika za stabla bukve**

Taksacioni element	n	$\bar{X}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$S_x$	CV%	m%	$\alpha_3$	$\alpha_4$
Prečnik	310	37,07	10,10	82,20	18,93	51,07	2,90	0,322	2,02
Temeljnica	310	0,136	0,008	0,530	0,122	89,93	5,11	0,981	3,13
Visina	310	28,26	5,70	43,50	8,81	31,17	1,77	-0,481	2,31
Debljinski prirast	310	0,380	0,010	1,090	0,222	58,48	3,32	0,330	2,60
Zapremina	310	2,356	0,065	10,229	2,427	103,05	5,85	1,150	3,54
Zapreminski prirast	310	0,049	0,001	0,244	0,048	97,04	5,51	1,040	3,67

U tabeli 4 opet se vidi sličan odnos u varijabilitetu taksacionih elemenata stabla. Najmanje varira visina (CV = 31,2%), zatim prečnik (CV = 51,1%), pa debljinski prirast (CV = 58,5%). Najviše varira zapremina (CV = 103,1%), a nešto manje temeljnica (CV = 90,0%) i zapreminski prirast (CV = 97%). Varijacioni koeficijent temeljnice iznosi 87,3% od varijacionog koeficijenta zapremine. Preciznost procene svih taksacionih elemenata je zadovoljavajuća (dvostruka relativna greška je od  $\pm 3,54\%$  do  $\pm 11,7\%$ ).

#### 4.5 Visoka sastojina bukve 27a

I ova sastojina se nalazi u Podrinjsko-kolubarskom šumskoprivrednom području, ali u gazdinskoj jedinici „Zapadna Boranja“. Nadmorska visina je oko 550 m, ekspozicija zapadna, a nagib 10–35°. Geološku podlogu čine škriljci i peščari, a zemljište je distrično smeđe ili kiselo smeđe, dubine 40–80 cm. Sklop je 85%, a glavna vrsta drveća bukva generativnog porekla. Radi se o čistoj sastojini bukve grupimično raznodobne strukture. Površina sastojine je 18,2 ha, a bonitet staništa III.

Podaci o veličini, varijabilitetu i preciznosti procene taksacionih elemenata stabla dati su u tabeli 5.

**Tabela 5: Sastojina 27a – statistika za stabla bukve**

Taksacioni element	n	$\bar{X}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$S_x$	CV%	m%	$\alpha_3$	$\alpha_4$
Prečnik	259	29,78	10,1	71,9	15,83	53,17	3,30	0,62	2,41
Temeljnica	259	0,089	0,008	0,406	0,088	99,12	6,16	1,35	4,30
Visina	259	23,68	5,8	38,8	8,17	34,50	2,14	-0,05	1,18
Debljinski prirast	259	0,352	0,02	0,96	0,19	54,07	3,36	0,60	3,16
Zapremina	259	1,352	0,05	7,65	1,61	119,08	7,40	1,61	5,26
Zapreminski prirast	259	0,031	0,000	0,187	0,033	107,21	6,66	1,60	5,79

U sastojini je postavljeno 20 probnih površina, na kojima je premereno 259 stabala.

U tabeli 5 vidi se da je odnos u varijabilitetu taksacionih elemenata stabala isti kao i u prethodno analiziranim sastojinama. Najmanje varira visina (CV = 34,5%), zatim prečnik (CV = 53,2%) i debljinski prirast (CV = 54,1%). Najviše varira zapremina (CV = 119,1%), zatim zapreminski prirast (CV = 107,2%) i temeljnica (CV = 99,1%). Varijacioni koeficijent temeljnice iznosi 83% od varijacionog koeficijenta zapremine. U skladu sa varijabilitetom i veličinom uzorka, dvostruka relativna greška taksacionih elemenata stabla iznosi od  $\pm 4,2\%$  do  $\pm 14,8\%$ .

## 5. DISKUSIJA

U poglavlju 4 izvršena je analiza varijabiliteta i preciznosti (tačnosti) procene taksacionih elemenata stabla. Posmatrano je ukupno pet sastojina koje se značajno razlikuju s obzirom na varijabilitet i postignutu preciznost procene taksacionih elemenata.

Da bi se dobio jasniji uvid u varijabilitet i preciznost procene taksacionih elemenata stabala, u tabelama 6.1 i 6.2 dati su varijacioni koeficijenti i relativne standardne greške (pri verovatnoći 95%).

U tabeli 6.1 vidi se sledeće: varijacioni koeficijent visine u sastojinama iznosi 22–35%, prečnika 41–53%, debljinskog prirasta 54–67%, temeljnice 78–101%, zapreminskog prirasta 92–107% i zapremine 92–120%.

Dvostruke relativne greške, istim redosledom, iznose: za visinu od  $\pm 2,4$  do  $\pm 4,6\%$ , prečnik od  $\pm 4,9$  do  $\pm 8,3\%$ , debljinski prirast od  $\pm 6,6$  do  $\pm 9,5\%$ , temeljnicu od  $\pm 9,2$  do  $\pm 15,4\%$ , zapreminski prirast od  $\pm 10,6$  do  $\pm 16,0\%$  i zapreminu od  $\pm 10,9$  do  $\pm 18,6\%$ .

**Tabela 6.1: Varijacioni koeficijent taksacionih elemenata stabala bukve**

Red. br.	Sastojina	Broj stabala	Varijacioni koeficijent (%)					
			d	g	h	Id	V	Iv
1.	33a	315	52,5	101,2	21,7	66,8	119,5	103,2
2.	42a	289	41,4	77,8	25,4	58,7	92,3	91,6
3.	42b	154	51,7	95,8	28,6	59,2	115,4	99,2
4.	122a	310	51,1	89,9	31,2	58,5	103,1	97,0
5.	27a	259	53,2	99,1	34,5	54,1	119,1	107,2
Prosek*		265	50,0	93,0	28,2	59,1	109,9	99,2

\* Prosečni varijacioni koeficijenti i prosečne standardne greške procene dobijene su kao ponderisane sredine. U ovom slučaju ponderi su srednje veličine taksacionih elemenata, a u drugom broj stabala u uzorcima.

**Tabela 6.2: Standardna greška procene taksacionih elemenata stabala bukve**

Red. br.	Sastojina	Broj stabala	Standardna greška procene (%)					
			d	g	h	ld	V	Iv
1.	33a	315	5,92	11,40	2,44	7,52	13,46	11,64
2.	42a	289	4,86	9,16	3,00	6,92	10,86	10,78
3.	42b	154	8,34	15,44	4,62	9,54	18,62	16,00
4.	122a	310	5,80	10,22	3,54	6,64	11,70	11,02
5.	27a	259	6,60	12,32	4,28	6,72	14,80	13,32
Prosek		265	6,08	11,28	3,43	7,26	13,34	12,14

Prosečne veličine varijacionih koeficijenata i dvostrukih relativnih grešaka su:

Taksacioni element stabla	Varijacioni koeficijent (%)	Dvostruka relativna greška (±%)
Visina	28,2	3,43
Prečnik	50,0	6,08
Debljinski prirast	59,1	7,26
Temeljnica	93,0	11,28
Zapreminski prirast	99,2	12,14
Zapremina	109,9	13,34

Ako varijacioni koeficijent visine uzmemo za bazu 1, tada se za ostale taksacione elemente dobijaju sledeće veličine indeksa: 1,8; 2,1; 3,3; 3,5 i 3,9. Ipak, realno bi bilo da se varijacioni koeficijent prečnika, kao najlakše merljivog taksacionog elementa stabla, uzme za bazu 1. U tom slučaju, ostali indeksi su: za visinu 0,6, debljinski prirast 1,2, temeljnicu 1,9, zapreminski prirast 2,0 i za zapreminu stabla 2,2. Uspostavljeni odnosi u varijabilitetu važe približno i za dvostruku relativnu grešku, odnosno grešku uzorka.

Iako se radilo o velikom broju premerenih stabala u sastojinama (154–315) i u proseku (265), dobijene su visoke vrednosti varijacionih koeficijenata i relativnih grešaka, naročito za zapreminu, zapreminski prirast i temeljnicu (iznad 90% i iznad ±11,0%).

Istraživanje varijabiliteta i preciznosti procene taksacionih elemenata stabla u visokim sastojinama bukve bilo bi opravdano i po debljinskim stepenima ili debljinskim klasama. U tom slučaju, skup stabala treba posmatrati kao stratifikovan skup sa stratumima koji nisu prostorno odvojeni.

## 6. ZAKLJUČAK

Provedeno istraživanje varijabiliteta i preciznosti (tačnosti) procene taksacionih elemenata stabla u visokim bukovim šumama na lokalitetima Severnog Kučaja i Boranje omogućava izvođenje sledećih zaključaka:

- Varijabilitet i preciznost procene taksacionih elemenata stabla bukve su značajno različiti. U proseku, najmanje varira visina stabala ( $CV = 28\%$ ), zatim slede: prečnik ( $CV = 50\%$ ), debljinski prirast ( $CV = 59\%$ ), temeljnica ( $CV = 93\%$ ), zapreminski prirast ( $CV = 99\%$ ) i zapremina ( $CV = 110\%$ ). Dvostruka relativna greška ( $m$ , pri verovatnoći 95%) iznosi: visine  $\pm 3,4\%$ , prečnika  $\pm 6,2\%$ , debljinskog prirasta  $\pm 7,3\%$ , temeljnice  $\pm 11,3\%$ , zapreminskog prirasta  $\pm 12,1\%$  i zapremine 13,3%. Ove relativne greške odgovaraju proseku broja izmerenih stabala u uzorcima stabala iz pet sastojina ( $n = 265$ ) i dobijenim varijacionim koeficijentima. Napominjemo da veličina uzorka bitno ne utiče na varijabilitet taksacionih elemenata stabla.
- Varijabilitet taksacionih elemenata stabla je različit, a prilikom planiranja uzorka koriti se varijacioni koeficijent zapremine, kao najznačajnijeg taksacionog elementa. S obzirom da je lakše utvrditi varijacioni koeficijent temeljnice stabla, može se i on koristiti, ali ga treba pomnožiti koeficijentom 1,2. Tražena tačnost procene pri planiranju veličine uzorka najčešće se odnosi na zapreminu (npr.  $\pm 10,0\%$ ), a tačnost ostalih taksacionih elemenata se izračunava iz uzorka. Pri planiranju uzorka tačnost ostalih taksacionih elemenata može se pretpostaviti s obzirom da je poznat odnos u varijabilitetu taksacionih elemenata stabla.
- Dobijeni rezultati mogu se primeniti pri izradi različite vrste tablica za stablo.

## LITERATURA

- Gregoire, G. T., Barrett, P. J. (1979): The effect of sample size on coefficient of variation estimation. Resource inventors notes, USDI BIM, novem. (26), pp. 1-8.
- Koprivica, M. (1984): Planiranje veličine uzorka za taksacionu procjenu šuma. Šumarstvo i prerada drveta, br. 1-3, Sarajevo, str. 55-64.
- Koprivica, M. (1999): Planiranje veličine uzorka za procjenu zapremine vještački podignutih sastojina crnog bora. Šumarstvo, br. 3-4, Beograd, str. 43-45.
- Koprivica, M. (2004): Varijabilitet taksacionih elemenata i planiranje veličine uzorka za taksacionu procjenu šuma u Bosni i Hercegovini. Šumarski fakultet, Banja Luka, str. 1-196.
- Koprivica, M. (2004): Varijabilitet i preciznost procjene taksacionih elemenata vještački podignutih sastojina bijelog i crnog bora na Pešterskoj visoravni. Zbornik radova, br. 50-51, Institut za šumarstvo, Beograd, str. 5-21.
- 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.
- Hlavaček, S. (1965): Odhad rozsahum nahodueho vyberu pri stanoveni hmot smrkovych porostu. Sbornik Vedeckeho lesnickeho ustovu Visoke školy zemedelske v Praze (8), Praha, pp. 135-150.
- Nikolić, S., Banković, S. (1992): Tablice i tehničke norme u šumarstvu. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Republike Srbije, Beograd.

## VARIABILITY AND PRECISION OF ASSESSMENT OF TAXATION ELEMENTS IN HIGH BEECH STANDS IN THE AREA OF SEVERNI KUČAJ AND BORANJA

*Miloš Koprivica  
Bratislav Matović*

### Summary

The variability and precision (accuracy) of assessment of the most significant taxation elements of beech trees was researched by sample method. The study area consists of five beech stands of seed origin, which are characteristic by site and structure. They are all-age stands, mostly of group selection structure. The stand area is 12–29 ha, site quality I/II–III/IV, canopy 84–90%, mean diameter 30–37 cm, mean height 18–28 m, number of trees 214–321 per ha, basal area 23–33 m<sup>2</sup>/ha, volume 333–522 m<sup>3</sup>/ha and volume increment 5.0–10.5 m<sup>3</sup>/ha.

The stand inventory was performed on a simple systematic sample, with sample plots in circular form and area 500 m<sup>2</sup>. Selection intensity was 5% of the stand area. The number of measured trees was 154–315, i.e. average 265.

The following values of variation coefficients for the most significant taxation elements were calculated: height 22–35%, diameter 41–53%, diameter increment 54–67%, basal area 78–101%, volume increment 92–107%, and volume 92–120%. By the same order, the double relative errors are: ±2.5–4.6%, ±4.9–8.3%, ±6.6–9.5%, ±9.2–15.4%, ±10.6–16.0% and ±10.9–18.6%.

The average values of variation coefficients are: height 28.2%, diameter 50.0%, diameter increment 59.1%, basal area 93.0%, volume increment 99.4% and volume 109.9%, and the double relative errors: ±3.43%, ±6.08%, ±7.26%, ±11.28%, ±12.14% and ±13.34%.

The problem investigated in this study can be solved by the application of the stratified sample, i.e. per diameter degrees or diameter classes.

**Recenzent:** Dr Pero Radonja, viši naučni saradnik, Institut za šumarstvo, Beograd

