

Stojanović O. i Drinić P.:

ISTRAŽIVANJE VELIČINE KONCENTRIČNIH KRUŽNIH POVRŠINA  
ZA TAKSACIONU PROCJENU ŠUMA

UNTERSUCHUNGEN DER GRÖSSE VON KONZENTRISCHEN  
KREISFLÄCHEN ZUR WALDMASSENERMITTLUNG

## 1. UVOD I PROBLEM

Taksaciona procjena šumskih sastojina ili većih šumskih kompleksa vrši se, zbog obimnosti posla i velikih troškova, gotovo isključivo primjenom reprezentativnog metoda (metoda uzoraka). Teoretsku podlogu za takav način rada predstavlja mogućnost da se sastojina ili drugi šumski kompleks definiše kao statistički skup. Ta mogućnost se može dvojako iskoristiti.

Sastojina se može statistički definisati kao skup stabala na određenoj površini. Elementi tog skupa su pojedinačna stabla, a njihove taksacione karakteristike (debljina, visina, zapremina, prirast itd.) su statistička obilježja. Preciznije rečeno: mjerne veličine pojedinih taksacionih elemenata stabala date sastojine čine statistički skup. Ako ove mjeme veličine označimo sa  $X$  onda se dato obilježje (taksacioni element) sastojine može predstaviti nizom od  $N$  veličina:

$$X_1, X_2, X_3 \dots \dots \dots X_N$$

gdje je  $N$  = ukupan broj stabala sastojine.

Na osnovu statističke jednakosti:

$$\sum_{i=1}^N X_i = N \bar{X}$$

može se zaključiti da se pojedini taksacioni elementi sastojine mogu dobiti bilo kao agregat - zbir ( $\sum X_i$ ), bilo kao prosječna veličina ( $\bar{X}$ ) statističkog skupa.

Zbog praktične i teorijske potrebe da se neke taksacione karakteristike iskazuju i razmatraju po jedinici površine, sastojina se može, kao statistički skup, definisati i na jedan drugi način. Naime, sastojina ili drugi šumski kompleks može se definisati kao statistički skup malih elementarnih površina određenog oblika i veličine. Elemente tog skupa čine mjerne veličine taksacionih elemenata pojedinačnih elementarnih površina (broj stabala, temeljnica, zapremina, zapreminski prirast, projekcija krošanja, sklop itd., na pojedinim elementarnim površinama).

Ako ove veličine označimo sa  $X$  onda se dato obilježje (taksacioni element) sastojine, kao što je ranije uradjeno, može predstaviti nizom od  $N$  veličina:

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$$

gdje je, sada,  $N$  = ukupan mogući broj elementarnih površina u sastojini odnosno šumskom kompleksu.

I za ovu definiciju važi statistička jednakost koja je već navedena, kao i komentar koji je uz nju dat.

Pa, postoji li neka razlika, teorijska ili praktična, koju ove dvije statističke definicije sastojine implicitno u sebi sadrže i u čemu bi se ta razlika sastojala?

Poznato je da presudni značaj za tačnost bilo koje statističke procjene ima varijabilitet procjenjivanog statističkog obilježja. Veličina varijabiliteta i broj elemenata u uzorku osnovni su faktori od kojih zavisi greška procjene uzorkom odnosno standardna greška  $(s_{\bar{x}})^1$ . Varijabilitet je prirodno svojstvo masovnih pojava i na njegovu veličinu se, što pokazuje i definicija standardne devijacije, samim statističkim postupkom (procjenom) ne može uticati. To u potpunosti važi za definiciju sastojine kao statističkog skupa stabala. Za definiciju sastojine kao skupa elementarnih površina to nije tako. Pored "prirodnog" varijabiliteta taksacionih elemenata pojedinih elementarnih površina u uzorku, postoji i varijabilitet zavisen od veličine elementarne površine. Što je veličina elementarne površine manja taj varijabilitet je, uz druge iste uslove, veći. Iz ovog slijedi da standardna greška odnosno greška procjene uzorkom zavisi i od veličine elementarne površine i od broja elementarnih površina u uzorku. Ova konstatacija postavlja sljedeći praktični i teorijski problem: da li je, radi postizanja određene tačnosti, bolje premjeriti manji broj većih elementarnih površina ili veći broj manjih elementarnih površina?

Neki taksacioni elementi stabala imaju varijabilitet čija je veličina u istosmjernoj korelacionoj zavisnosti od debljine stabla. Osim toga, još uvijek su deblja stabla na tržištu skuplja, pa su i za tačnost procjene značajnija. Ove

1)  $s_{\bar{x}} = \frac{s_x}{\sqrt{n}}$ , gdje je  $s_x$  = standardna devijacija kao mjera varijabiliteta i  $n$  = broj elemenata skupa koji su ušli u uzorak.

dvije činjenice ustovile su i poseban metod formiranja elementarnih površina za procjenu uzorkom: metod koncentričnih probnih krugova čiji prečnici zavise od debljine stabala. Podašavajući veličinu elementarnih kružnih površina i veličinu uzorka (broj elementarnih kružnih površina u uzorku) prema varijabilitetu procjenjivanih taksacionih elemenata, može se postići znatno sniženje troškova terenskih snimanja i procjene uopšte, a da se u isto vrijeme ne umanjí tačnost procjene.

Problem veličine elementarnih primjernih površina komplikuje se i zbog manje ili veće podesnosti njihovog oblika za rad na terenu i zbog činjenice da se veće elementarne površine teže postavljaju na terenu. Ovaj problem spada u oblast organizacije rada: nije dovoljno da se odgovori samo na pitanje sa kojim oblikom i veličinom elementarnih površina i sa kolikim uzorkom se postigne tačnija procjena, nego da li je ta procjena i najekonomičnija, tj. da li je postignuta uz minimalne troškove.

O problemu veličine i oblika elementarnih primjernih površina za taksacionu procjenu šuma pisali su, između ostalih, sljedeći autori: Bickerstaff A. (1947.), Johnson F.A. i Hixon H.T. (1952.), Strand L. (1955. i 1957.), Matić V. (1964., 1965. i 1971.) i Stojanović O. (1964.). Navedeni strani autori bavili su se razmatranjem najpogodnijeg oblika i veličine jednostavnih elementarnih površina dok su Matić i Stojanović poklonili više pažnje metodu koncentričnih probnih krugova. Oba ova autora posebno naglašavaju kompleksnost i težinu ali i praktični značaj istraživanja i rješavanja ovog problema. Tako na pr. Matić (1964., II dio, str.18) piše: "Problem zasjeca uglavnom u oblast organizacije rada. Njega je vrlo teško riješiti, jer je u tu svrhu potrebno obaviti vrlo obimna snimanja u raznim uslovima na bazi radijusa krugova razne veličine, a zatim obaviti vrlo obimne i skupe analize, što zahtijeva i vrijeme i znatna sredstva".

Radovi stranih autora odnose se na druge stanišne uslove i sastojinske strukture (Skandinavija, Kanada, SAD) i mogu nam poslužiti kao ideje i za opšta razmatranja.

Matić se uzgred bavio problemom veličine kružnih površina i svoj predlog kombinacija koncentričnih krugova za taksaciona snimanja zasniva na skandinavskim iskustvima i na svojim zapažanjima o rezultatima probnih snimanja

izvršenih u vojničkom području u okviru priprema inventure šuma na velikim površinama u SRBiH. Zato je, uostalom, i napisao da "to ostaje kao problem koga treba rješavati u narednom periodu", (Matić l.c.). To nam je, pored ostalog, i bio motiv prilikom predlaganja ove teme za obradu u Odjeljenju za uređivanje šuma Instituta za šumarstvo u Sarajevu.

Uzevši u obzir izloženo, naš zadatak se može formulirati u dva stava:

- utvrditi varijabilitet najvažnijih taksacionih elemenata (zapremine i zapreminskog prirasta) pojedinih debljinskih kategorija stabala u mješovitim šumama bukve, jele i smrče i čistim bukovim šumama, za nekoliko izabranih kombinacija (varijanti) koncentričnih probnih krugova i
- po mogućnosti predložiti najpodesniju varijantu koncentričnih probnih krugova za snimanja koja se vrše u redovnoj taksacionoj procjeni navedenih šuma.

## 2. OBJEKTI ISTRAŽIVANJA

Istraživanjima su obuhvaćene dvije ekonomski najvažnije kategorije naših šuma: mješovite šume bukve, jele i smrče i čiste bukove šume u Bosni. Mjerenja su obavljena u šest odjeljenja prosječnih veličina. Pri izboru odjeljenja nastojali smo da, s obzirom na sastojinske strukture i terenske prilike, ona budu što više različita i koliko je moguće reprezentativna za te šume. Nakon pregleda šumsko-privrednih osnova i odgovarajućeg rekognosciranja terena izabrali smo:

2 odjeljenja na području Šumsko-industrijskog preduzeća "Jahorina", Pale, gospodarska jedinica "Igman";

2 odjeljenja na području Šumsko-industrijskog preduzeća "Stupčanica", Olovo, gospodarske jedinice "Donja Stupčanica" i "Krivaja";

2 odjeljenja na području Šumsko-industrijskog preduzeća "Sebešić", Travnik, gospodarske jedinice "Sebešić" i "Dnoluka".

Izbor odjeljenja izvršen je 1967. i 1968. godine, a taksaciona mjerenja 1968. godine. Opšte karakteristike izabranih odjeljenja date su u tabeli 1, a u tabeli 2 su prikazani: procentualna raspodjela zapremine po debljinskim klasama, prosječna veličina zapremine po ha (na bazi 11 varijante snimanja) i standardna greška njene procjene, uz 95% vjerovatnoću.

KARAKTERISTIKE IZABRANIH ODJELJENJA

Tabela 1

Redni broj	Gospodarska jedinica	Broj odjelenja	Površina odjelenja ha	Nadmorska visina u m, ekspozicija i inklinacija	Omjer smjese	Ukupna zapremina na bazi II varijante snimanja m <sup>3</sup> /ha
1	Igman	106	45	1.250 - 1.450 m istok, 15 - 30°	jela 0,8 bukva 0,2	603,8
2	Igman	129	45	1.350 - 1.600 m sjevero - istok 20 - 35°	jela 0,2 smrča 0,3 bukva 0,5	299,6
3	Donja Stupčanica	29	68	850 - 1.050 m sjevero-zapad, 15 - 30°	jela 0,7 smrča 0,1 bukva 0,2	275,9
4	Krivača	77	85	700 - 1.000 m sjevero - zapad 15 - 35°	smrča 0,1 bukva 0,9	220,7
5	Sebešić	96	38	oko 900 m zaravan	jela 0,1 bukva 0,9	246,6
6	Dnoluka	89	82	1.100 - 1.300 m istok, 5 - 15°	jela 0,5 smrča 0,3 bukva 0,2	353,1

PROCENTUALNA DISTRIBUCIJA ZAPREMI NE PO DEBLJINSKIM KLASAMA

Tabela 2

Redni broj	Broj odjeljenja	Debljinska klasa u cm					Ukupno	Ukupna zapremina svih vrsta drveća na bazji II varijante snimanja, u m <sup>3</sup> /ha
		5,0 - 9,9	10,0 - 19,9	20,0 - 29,9	30,0 - 49,9	50,0 - 79,9 i više		
		Struktura zapremine drveta u %						
1	106	0,5	1,5	4,1	22,1	54,6	17,2	603,8 ± 30,6
2	129	0,9	8,1	11,6	44,2	32,2	3,0	299,6 ± 38,0
3	29	0,6	6,1	16,0	51,5	25,9	-	275,9 ± 31,9
4	77	0,8	6,1	15,7	33,4	36,7	7,4	220,7 ± 25,8
5	9b	2,2	6,0	11,3	45,4	27,1	8,0	246,6 ± 47,0
6	89	2,2	14,0	25,2	47,2	11,1	0,3	353,1 ± 32,9
7	89a	1,7	9,0	21,3	54,3	13,2	0,5	423,2 ± 46,4
8	89b	3,7	27,1	35,2	28,7	5,2	-	247,1 ± 37,2

### 3. METODIKA RADA

#### 3.1. RAD NA TERENU

U odabranim odjeljenjima postavljena je kvadratna mreža koncentričnih krugova radi promjera taksacionih elemenata za ova istraživanja. Odlučili smo se za stranicu mreže dužine 100 m, jer je ta dužina najčešća u našoj praksi uređivanja šuma. Time se zapravo postiže da na svaki hektar površine dodje po jedan koncentrični krug - jedan element sistematskog uzorka. Izuzetak smo napravili u odjeljenju 106 gospodarske jedinice "Igman" gdje smo uzeli stranicu mreže od 50 m, tj. gdje je postavljeno 4 puta više probnih krugova. To je učinjeno radi što detaljnijeg obuhvatanja taksacionih karakteristika ovog prašumskog odjeljenja.

Broj postavljenih koncentričnih probnih krugova po odjeljenjima bio je sljedeći:

Odjeljenje:	106	129	29	77	9 <sup>b</sup>	89	89 <sup>a</sup>	89 <sup>b</sup>
Broj krugova:	181	49	76	78	31	88	53	35

Postavljanje kvadratne mreže (isključavanje i numerisanje centara probnih krugova) izvršeno je unaprijed, odjedanput za sve tri varijante snimanja i evidentirano je vrijeme utrošeno za taj posao. Kvadratna mreža stranice 100 m daje mogućnost da se pri obračunu iskoriste, kao posebne varijante snimanja, krugovi koji leže na stranicama kvadrata od 141,42 m ( $100\sqrt{2}$ ) i od 200 m, a mreža stranica od 50 m omogućava da se, kao posebne varijante snimanja, koriste krugovi koji leže na rastojanjima 70,71 m, 100 m, 141,42 m i 200 m. Tako se mogu upoređivati rezultati procjene koji se dobijaju snimanjima po različitoj gustini mreže odnosno uz različite veličine uzoraka.

Za istraživanja smo izabrali, u prvi mah, sljedeće tri varijante (kombinacije) veličina koncentričnih probnih krugova:

I varijanta koju je predložio Matić (1964.) u "Metodu inventure šuma na velikim površinama";

II varijanta sa elementarnim površinama koje su za oko 50% veće od elementarnih površina I varijante i



III varijanta sa elementarnim površinama koje su za oko 50% manje od elementarnih površina I varijante.

Veličine radijusa elementarnih površina (koncentričnih probnih krugova) za pojedine varijante snimanja i debljinske klase stabala date su u tabeli 3.

RADIJUSI KONCENTRIČNIH PROBNIH KRUGOVA PO VARIJANTAMA  
SNIMANJA

Tabela 3

Varijanta snimanja	Debljinska klasa u cm						
	5,0 - 9,9	10,0 - 14,9	15,0 - 19,9	20,0 - 29,9	30,0 - 49,9	50,0 - 79,9	80,0 - i više
	Radijus kruga (r) u m						
I	2,2	3,6	4,6	6,0	7,0	14,0	20,0
II	2,7	4,4	5,6	7,5	9,0	17,0	25,0
III	1,8	2,9	3,7	5,0	6,0	11,0	16,0

Na probnim krugovima određenih radijusa mjereni su prsni prečnici stabala odgovarajućih debljinskih klasa, iznad taksacione granice od 5,0 cm. Prečnici su mjereni sa gornje strane stabla i zaokružavani su na 1 cm, na niže. Svim stablima kojima je mjeran prečnik mjerene su i visine Blume-Leiss-ovim visinomjerom. Preslerovim priraštajnim svrdlom izbušen je po 1 izvrtak i izmjeran desetogodišnji debljinski prirast svakog tretiranog stabla. Bušenje izvrtaka vršeno je po pravcu koji je polazio iz centra probnog kruga. Debljinski prirast u godini snimanja nije uziman u obzir. Mjerenje prirasta vršeno je samo u I varijanti snimanja (koncentričnih krugova).

Taksaciona mjerenja vršena su vremenski odvojeno za svaku varijantu snimanja i evidentirano je utrošeno vrijeme po varijantama. U ovo vrijeme uračunato je i vrijeme provedeno u hodanju od kruga do kruga. Vrijeme provedeno na putu od mjesta stanovanja do odjeljenja i natrag nije uzeto u obzir.

Izbor odjeljenja izvršili su autori rada uz konsultaciju i pomoć stručnjaka na terenu, a terenska taksaciona snimanja obavili su studenti šumarstva i šumarski tehničari Varešković Andrija i Mešanović Midhat.

### 3.2. RAD U BIROU

#### 3.21. Obračun zapremine i zapreminskog prirasta

Saglasno usvojenom zadatku rada - da se ispituje varijabilitet zapremine i zapreminskog prirasta kao najvažnijih taksacionih elemenata - trebalo je za svako odjeljenje najprije izračunati veličine ovih taksacionih elemenata po elementarnim kružnim površinama i debljinskim kategorijama stabala, odvojeno za svaku varijantu koncentričnih krugova. Radi utvrđivanja varijabiliteta tih veličina po debljinskim stepenima (širine 5 cm) ovaj obračun je izvršen odvojeno i po debljinskim stepenima. Zbog malog broja stabala na elementarnim kružnim površinama po debljinskim stepenima, zapremina i prirast utvrđivani su za svako stablo posebno. Za utvrđivanje zapremine stabala korišćene su Grundner - Schwappach-ove tablice masa (1952.), za sveukupnu drvenu masu (uključujući i zapreminu sitnih grana). Zapreminski prirast sveukupne drvene mase obračunat je po specijalno izradjenim tablicama prirasta (Matić, 1964., III dio). Pri računanju zapreminskog prirasta nije uzet u obzir prirast uralih stabala odnosno njihova zapremina. Obračun zapremine i zapreminskog prirasta, po debljinskim stepenima, vrstama drveća i ukupno, kao i podataka potrebnih za računanje varijabiliteta ovih taksacionih elemenata, izvršeni su na računskim strojevima Republičkog zavoda za statistiku u Sarajevu.

#### 3.22. Varijabilitet zapremine i zapreminskog prirasta

U ovom radu računali smo sljedeće mjere varijabiliteta: varijansu ( $s_x^2$ ) odnosno standardnu devijaciju ( $s_x$ ), standardnu grešku procjene - grešku aritmetičke sredine uzorka ( $s_{\bar{x}}$ ) i njihove relativne veličine: varijacioni koeficijent (V) i mjeru tačnosti (P).

Varijansa, a preko nje i ostale mjere varijabiliteta ispitivanih taksacionih elemenata, može se računati na dva načina:

a) kao varijansa zapremine odnosno zapreminskog prirasta pojedinih elemenata uzorka (na koncentričnim probnim krugovima):

$$s_x^2 = \frac{\sum X_i^2 - \bar{X}^2}{n - 1}$$

gdje je:  $X_i$  = veličina ispitivanog taksacionog elementa na

$i$  - tom probnom krugu;

$\bar{X}$  = prosječna veličina tog taksacionog elementa  
u odjeljenju;

n = broj elemenata uzorka - koncentričnih probnih krugova.

b) preko varijabilneta veličina ispitivanih taksacionih elemenata  
po debljinskim stepenima i koncentričnim probnim krugovima, kao varijansa zbira,

$Y = \sum X_i$ :

$$S_y^2 = \sum s_i^2$$

gdje je  $S_y^2$  = varijansa ispitivanog taksacionog elementa (Y) za dato odjeljenje;

$s_i^2$  = varijansa istog taksacionog elementa za i-ti debljinski stepen.

S obzirom na zadatak rada, da se ispituje veličina varijabilneta najvažnijih taksacionih elemenata po debljinskim kategorijama stabala (debljinskim stepenima), i zavisnost tog varijabilneta od veličine elementarnih primjernih površina, mi smo varijansu i ostale mjere varijabilneta računali na ovaj drugi način - kao varijansu zbira. Zbog nedostatka sredstava nismo računali veličinu varijabilneta na prvi način, iako bi podaci o tome bili korisni za neka druga razmatranja i kao kontrola ovih rezultata.

### 3.23. Prosječna zapremina i zapreminski prirast po jedinici površine i mjere njihovog varijabilneta

Prosječne veličine zapremine odnosno zapreminskog prirasta po debljinskim stepenima i njihove varijanse, u okviru svake varijante snimanja, poslužile su za računanje prosječnih veličina tih taksacionih elemenata po jedinici površine (1 ha), za dato odjeljenje i varijantu snimanja. Taj obračun je izvršen po sljedećim formulama:

Prosječna zapremina odnosno prirast po ha u odjeljenju:

$$Y \text{ m3/ha} = C_1 \bar{X}_1 + C_2 \bar{X}_2 + \dots + C_k \bar{X}_k = \sum_{i=1}^k C_i \bar{X}_i$$

gdje je  $\bar{X}_i$  = prosječna veličina zapremine odnosno zapreminskog prirasta za dato odjeljenje u i-tom debljinskom stepenu;

k = broj debljinskog stepena (k = 1, 2, 3, ... 17);

$C_i$  = faktor za preračunavanje taksacionih podataka na hektar ( $C_i = \frac{1}{f_i}$ );

$f_i$  = veličina elementarne površine (u ha) za  $i$ -ti debljinski stepen i datu varijantu snimanja.

Varijansa prosječne zapremine odnosno prirasta po ha u odjeljenju:

$$S_y^2 = C_1^2 \frac{s_{x_1}^2}{n} + C_2^2 \frac{s_{x_2}^2}{n} + \dots + C_k^2 \frac{s_{x_k}^2}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k C_i^2 s_{x_i}^2$$

gdje je  $s_{x_i}^2$  = varijansa zapremine odnosno zapreminskog prirasta u  $i$ -tom debljinskom stepenu;

$$C_i^2 = \frac{1}{f_i^2}$$

$n$  = broj elementarnih površina - koncentričnih probnih krugova u uzorku.

Greška procjene zapremine drveta po ha za dato odjeljenje i varijantu snimanja dobije se kao kvadratni korijen iz varijanse prosječne veličine ( $S_y^2$ ).

Veličine radijusa ( $r$ ) koncentričnih probnih krugova, površine tih krugova ( $f_i$ ) i njihove recipročne vrijednosti ( $\frac{1}{f_i}$ ), po debljinskim stepenima odnosno debljinskim klasama i varijantama snimanja, date su u tabeli 4.

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 4.1. ZAPREMINA DRVETA

#### 4.1.1. Varijabilitet zapremine po debljinskim stepenima

Prilikom izbora objekata istraživanja, kako je već istaknuto, nastojali smo da odjeljenja, s obzirom na terenske prilike i sastojinske strukture, budu što više različita. Veličine zapremine po hektaru i njihove procentualne distribucije po debljinskim klasama (tabela 2) pokazuju koliko se izabrana odjeljenja međusobno razlikuju po tom obilježju. Razlike u apsolutnim veličinama zapremine po debljinskim stepenima (širine 5 cm) su još i veće. Zbog tih razlika i apsolutna mjera varijabiliteta (standardna devijacija) nije pogodna za upoređivanje, iako se upoređuju veličine izražene u istoj jedinici mjere (kubnom metru). Bolji uvid u varijabilitet

POVRŠINE KONCENTRIČNIH PROBNIH KRUGOVA I NJIHOVE RECIPROČNE VRIJEDNOSTI

Tabela 4

Debljinski stepen cm	Debljinska klasa cm	Varijanta snimanja								
		I		II		III				
		Radius kruga m	Površina kruga ( $f_1$ ), m <sup>2</sup>	$\frac{1}{f_1}$	Radius kruga m	Površina kruga ( $f_2$ ), m <sup>2</sup>	$\frac{1}{f_2}$	Radius kruga m	Površina kruga ( $f_3$ ), m <sup>2</sup>	$\frac{1}{f_3}$
7,5	5,0- 9,9	2,2	15,2053	657,67	2,7	22,9022	436,64	1,8	10,1788	982,43
12,5	10,0- 14,9	3,6	40,7150	245,61	4,4	60,8212	164,42	2,9	26,4208	378,49
17,5	15,0- 19,9	4,6	66,4761	150,43	5,6	98,5203	101,50	3,7	43,0084	232,51
22,5	20,0- 29,9	6,0	113,097	88,420	7,5	176,715	56,588	5,0	78,5398	127,324
32,5										
37,5	30,0- 49,9	7,0	153,938	64,961	9,0	254,469	39,298	6,0	113,097	88,420
47,5										
52,5										
57,5										
62,5	50,0- 79,9	14,0	615,752	16,240	17,0	907,920	11,014	11,0	380,133	26,307
72,5										
77,5										
82,5	80,0- 99,9	20,0	1256,64	7,958	25,0	1963,50	5,093	16,0	804,249	12,434

zapremine po debljinskim stepenima, koji je rezultat "prirodnog" varijabiliteta tog taksacionog elementa i veličine elementarne probne površine, možemo steći na osnovu veličina varijacionog koeficijenta. Zbog toga smo izračunali veličine varijacionih koeficijenata zapremine po debljinskim stepenima i varijantama snimanja za tretirana odjeljenja. Takvi podaci, koliko je nama poznato, ne postoje u našoj stručnoj literaturi. Na osnovu izračunatih veličina varijacionih koeficijenata može se steći uvid u veličinu variranja zapremine po odjeljenjima (zavisno od strukture i veličine zapremine) i po varijantama snimanja (zavisno od veličine elementarnih kružnih površina), za sve debljinske stepene iznad usvojene taksacione granice. Radi lakšeg posmatranja i zaključivanja, izračunate veličine varijacionih koeficijenata prikazali smo grafički i to posebno za svaku varijantu snimanja - kombinaciju koncentričnih probnih krugova (grafikoni 1, 2 i 3). Pri datim veličinama koncentričnih probnih krugova veličina varijacionog koeficijenta varira zavisno od strukture sastojine (u najopštijem smislu te riječi).

Pregledom grafikona 1, 2 i 3 može se zapaziti sljedeće:

a) veličine varijacionih koeficijenata su znatne i kreću se, zavisno od debljinskog stepena, u širokom intervalu;

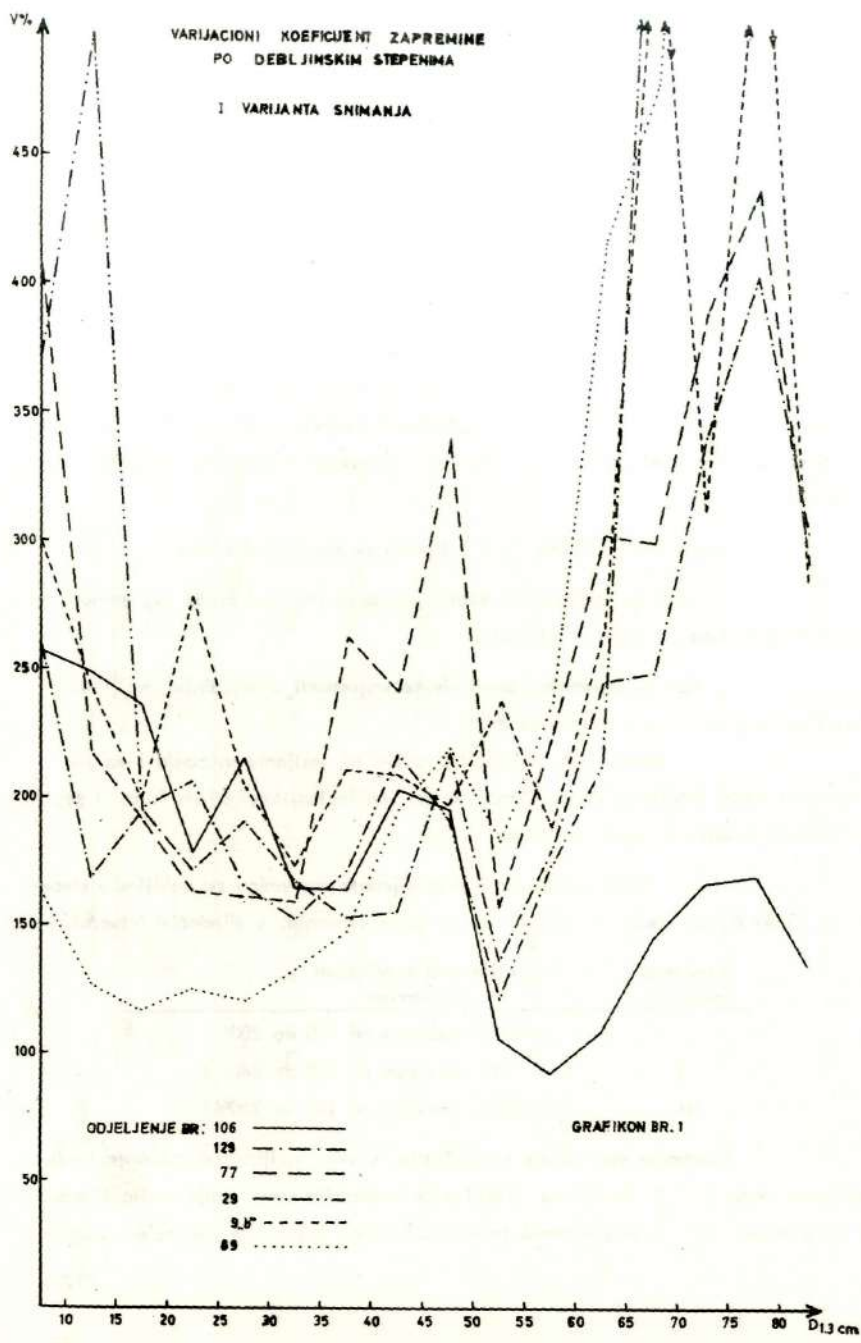
b) ako se zanemare veoma visoke vrijednosti u pojedinim debljinskim stepenima onda se može konstatovati da:

- veoma visok varijabilitet u sve tri varijante snimanja i za sva odjeljenja imaju debljinski stepeni iznad 60 cm (varijacioni koeficijent iznosi i preko 900%) i debljinski stepen 5-10 cm;

- veličine varijacionih koeficijenata zapremine za debljinske stepene od 10 do 60 cm kreću se, zavisno od varijante snimanja, u sljedećim intervalima:

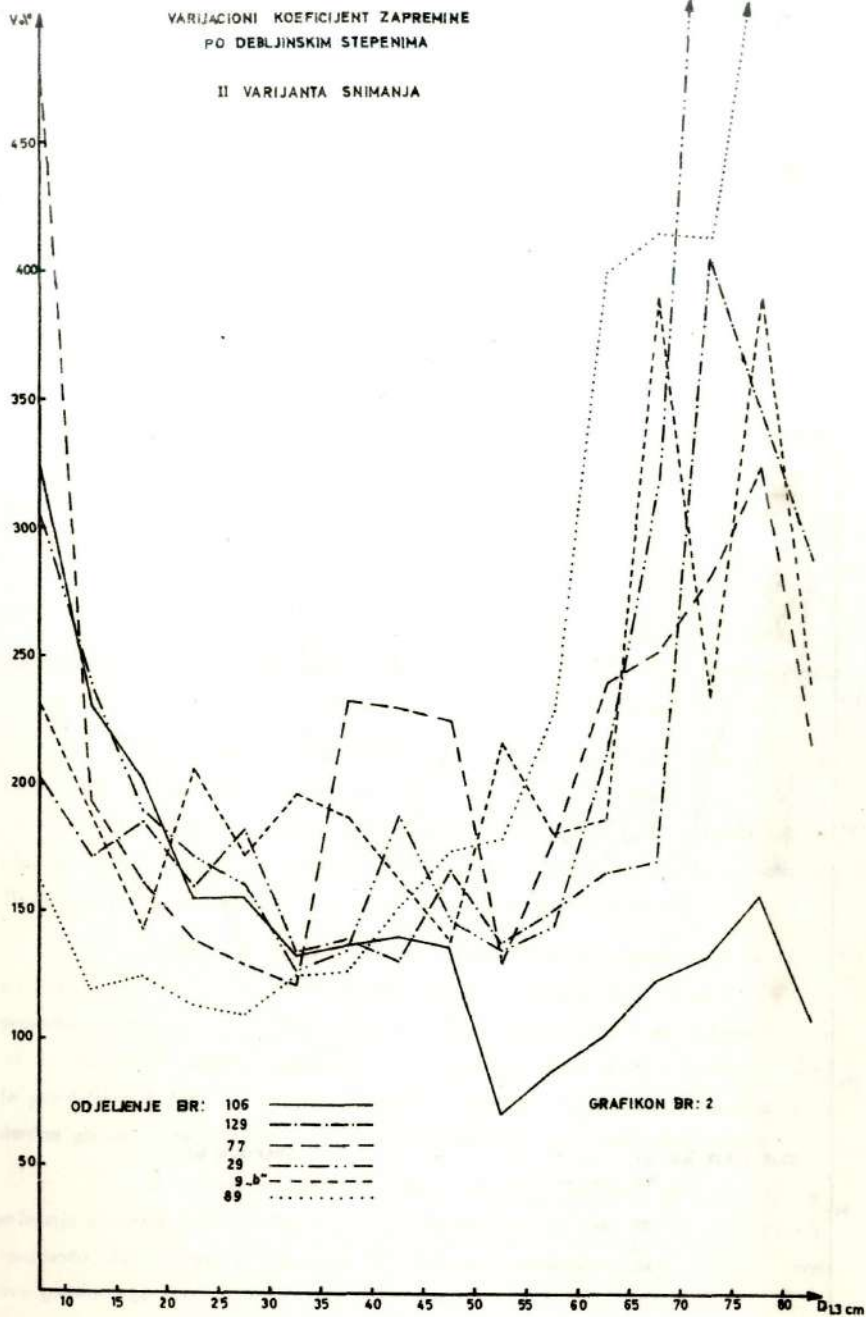
Varijanta snimanja	varijacioni koeficijent zapremine
II	120-230% (većinom od 140 do 200%)
I	140-260% (većinom od 150 do 240%)
III	150-320% (većinom od 180 do 280%)

Najmanje varijacione koeficijente, u svim varijantama snimanja, imaju debljinski stepeni od 25 do 55 cm. Vidljiva je tendencija smanjivanja varijabiliteta sa povećanjem veličine elementarnih površina. Naime, najveći je varijacioni koef-

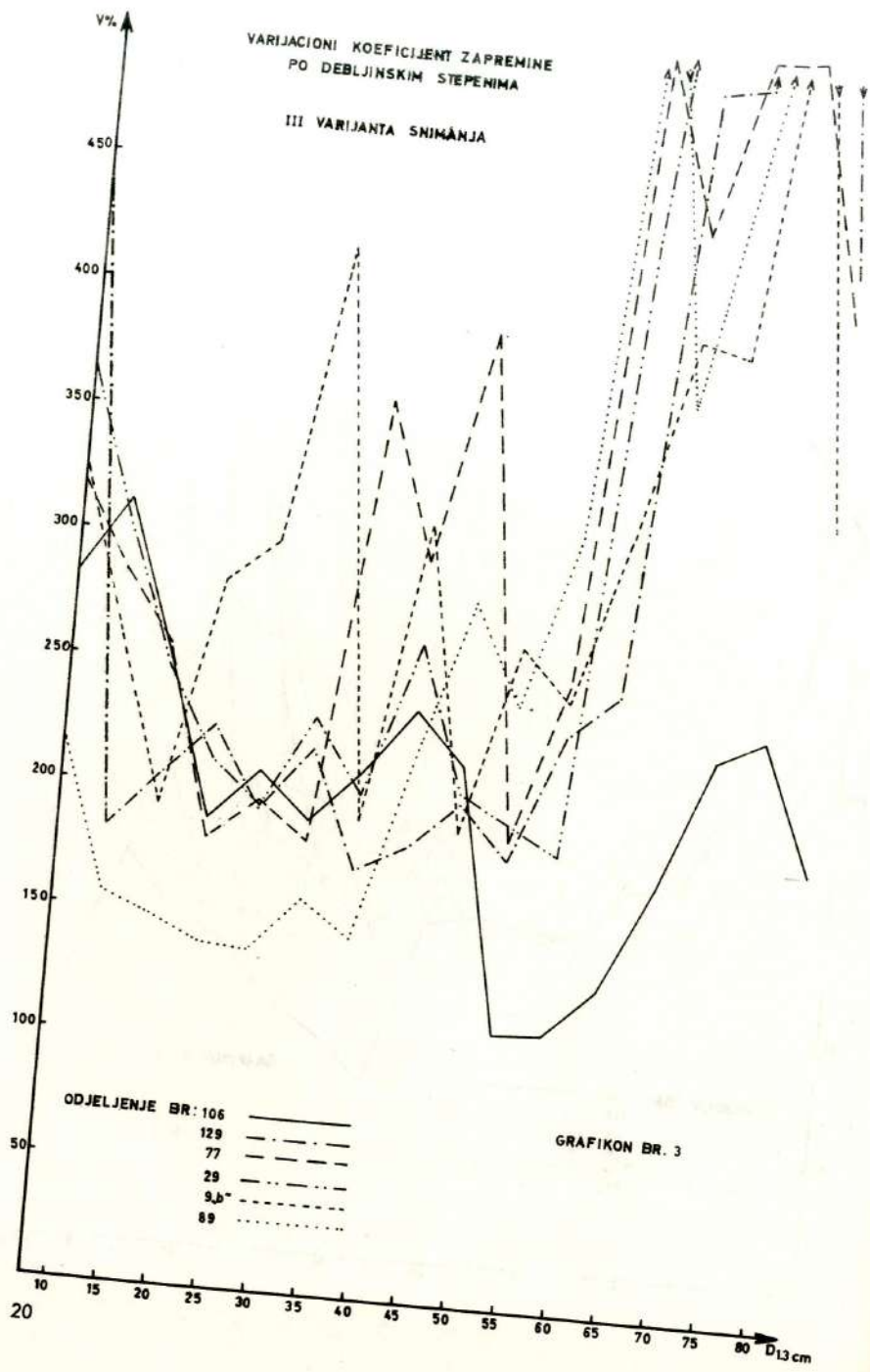


VARIJACIONI KOEFICIJENT ZAPREHINE  
PO DEBLJINSKIM STEPENIMA

II VARIJANTA SNIMANJA







cijent u III varijanti snimanja (najmanje elementarne površine), manji u I (veće elementarne površine) i najmanji u II (najveće elementarne površine). Ali se zapažaju i znatne razlike u veličini varijacionih koeficijenata od odjeljenja do odjeljenja, koje su posljedica sastojinskih struktura. U tom pogledu naročito se izdvajaju odjeljenja 106 i 89. U odjeljenju 106, debljinski stepeni iznad 50 cm, za razliku od svih ostalih odjeljenja, imaju veoma nizak varijacioni koeficijent zapremine. To je posljedica znatne zastupljenosti ovih debljinskih kategorija stabala u ukupnoj zapremini sastojine i četiri puta većeg broja primjernih krugova po jedinici površine. U odjeljenju 89 veoma niske varijacione koeficijente, u sve tri varijante snimanja, imaju debljinski stepeni od 5 do 40 cm, što je opet posljedica sastojinske strukture. Naime, oko dvije trećine zapremine sastojine otpada na te debljinske stepene. Međutim, u debljinskim stepenima iznad 60 cm varijacioni koeficijent zapremine u ovom odjeljenju je veoma visok, jer je u tim debljinskim stepenima svega oko 5% zapremine sastojine.

#### 4.12. Veličina zapremine po ha i njena greška procjene

Prosječne veličine ukupne zapremine po ha, za sve vrste drveća, i njihove procentualne standardne greške (greške procjene), uz 95% vjerovatnoću, izračunali smo po formulama datim u poglavlju 3.23. Rezultati su prikazani u tabeli 5.

Prosječne veličine zapremine po ha, u istoj varijanti snimanja, za pojedina odjeljenja, razlikuju se znatno, što se, s obzirom na kriterijume pri izboru odjeljenja, i očekivalo. Za isto odjeljenje te veličine, zavisno od varijante snimanja, neznatno variraju i to u pozitivnom i negativnom smjeru. Naročito se malo razlikuju zapremine po varijantama snimanja u odjeljenjima 106 i 77.

Veličine standardnih grešaka zavise, kako je poznato, i od veličine uzorka, tj. od broja elementarnih kružnih površina u uzorku. Bez obzira što se u provedenim istraživanjima, izuzev odjeljenja 106, sa jednim primjernim krugom "pokrivala" uvijek ista površina sastojine (1 ha). Ako se izuzme odjeljenje 106, u kome je postavljeno 4 puta više krugova po jedinici površine, ili ako se, zbog toga, standardne greške za to odjeljenje pomnože sa 2, onda se može zaključiti sljedeće:

a) veličine standardnih grešaka procjene zapremine, za sve varijante snimanja i tretirana odjeljenja, kreću se u intervalu od 9,3 do 27,1%, uz 95% vjerovatnoću. Ako se izuzme odjeljenje 9<sup>b</sup>, sa najmanjim brojem probnih krugova, onda ove greške leže u intervalu od 9,3 do 19,1%;

PROSJEČNE ZAPREMINE I ZAPREMINSKI PRIRASTI PO JEDINICI POVRŠINE I NJIHOVE  
STANDARDNE GREŠKE, UZ 95% VJEROVATNOĆU

Tabela 5

Varijanta snimanja	Gospodarska jedinica, broj odjeljenja i broj položenih probnih krugova (n)						
	Igman 106 n=181	Stupčanica 29 n=76	Krivaja 77 n=78	Sebešić 9b 89 n=31	Dnoluka 89 n=88	Dnoluka 89a n=53	Dnoluka 89b n=35
Prosječna zapremina po ha (u m <sup>3</sup> ) i njena standardna greška (u %)							
I	599,9 m <sup>3</sup> + 6,3 %	321,4 m <sup>3</sup> +15,2 %	296,2 m <sup>3</sup> +13,9 %	219,4 m <sup>3</sup> +14,4 %	250,4 m <sup>3</sup> +23,8 %	374,5 m <sup>3</sup> +10,7 %	438,2 m <sup>3</sup> +13,0 %
II	603,8 m <sup>3</sup> + 5,1 %	299,6 m <sup>3</sup> +12,7 %	275,9 m <sup>3</sup> +11,6 %	220,7 m <sup>3</sup> +11,7 %	246,6 m <sup>3</sup> +19,0 %	353,1 m <sup>3</sup> + 9,3 %	423,2 m <sup>3</sup> +11,0 %
III	604,2 m <sup>3</sup> + 7,7 %	320,8 m <sup>3</sup> +18,3 %	285,7 m <sup>3</sup> +16,6 %	221,2 m <sup>3</sup> +17,8 %	259,4 m <sup>3</sup> +27,1 %	372,1 m <sup>3</sup> +12,1 %	432,5 m <sup>3</sup> +15,2 %
Desetogodišnji zapreminski prirast po ha (u m <sup>3</sup> ) i njegova standardna greška (u %)							
I	85,92 m <sup>3</sup> +6,7 %	66,61 m <sup>3</sup> +19,8 %	105,06 m <sup>3</sup> +15,0 %	70,51 m <sup>3</sup> +14,8 %	67,33 m <sup>3</sup> +24,1 %	164,41 m <sup>3</sup> +10,4 %	170,16 m <sup>3</sup> +12,6 %
							155,70 m <sup>3</sup> +16,5 %

b) standardne greške procjene zapremine se smanjuju sa povećanjem površine probnih krugova. Za sva odjeljenja, bez izuzetka, ove su greške najveće u III varijanti snimanja (12,1 do 27,1%), a najmanje u II (9,3 do 19,0%).

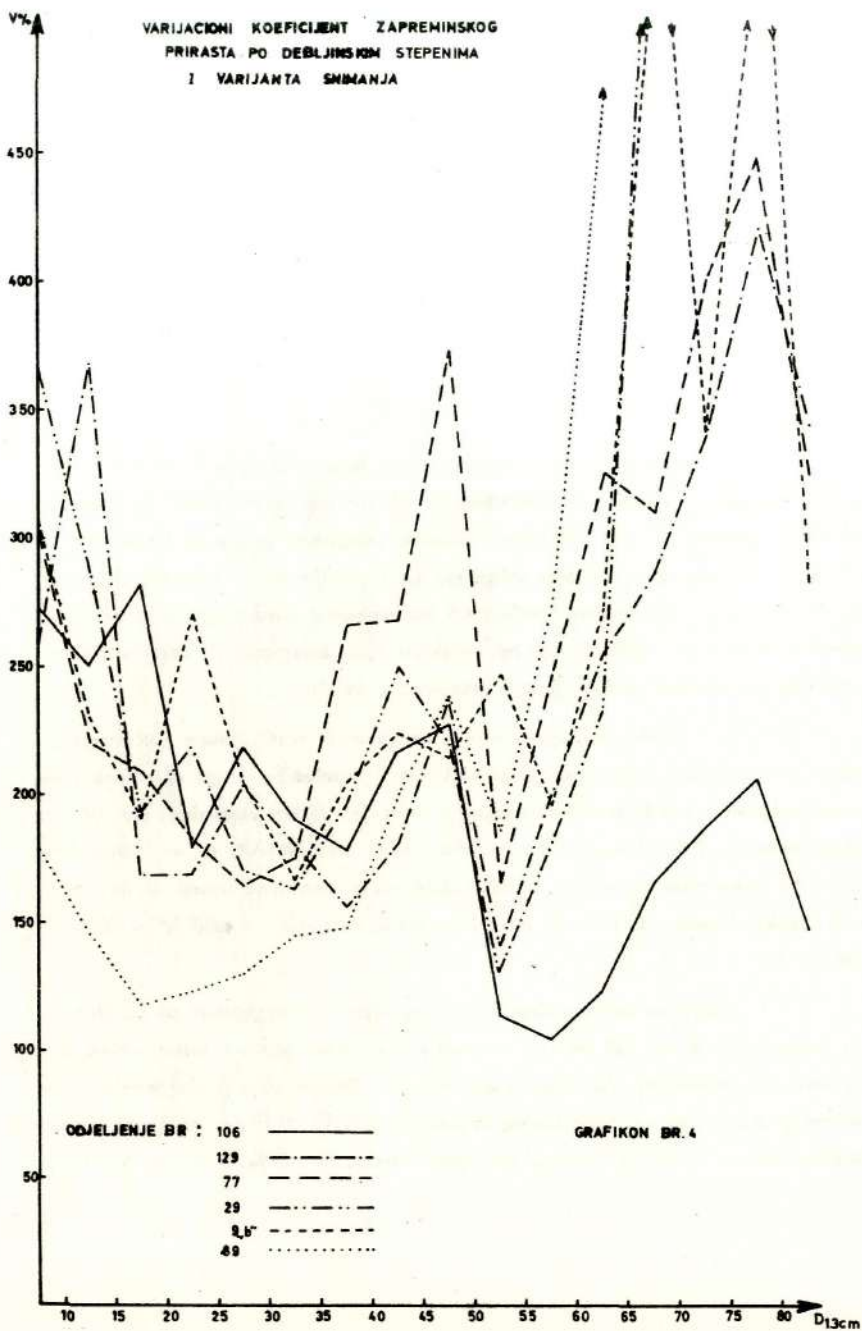
Za potrebe planiranja mjera gazdovanja u okviru pojedinačnih odjeljenja odnosno sastojina ovakva procjena zapremine (sa navedenim greškama procjene) nije zadovoljavajuća. Međutim, u okviru šumsko-privrednih osnova, planovi se i ne izradjuju za pojedinačna odjeljenja, već za veće uredjajne jedinice (područje, gospodarska jedinica, sliv, gazdinska klasa), za koje se ovakvim procjenama utvrđuju taksonomi i drugi podaci sa daleko manjim (potpuno zadovoljavajućim) greškama.

#### 4.2. ZAPREMINSKI PRIRAST

Po formulama datim u metodici rada izračunate su veličine varijacionih koeficijenata periodičnog zapreminskog prirasta po debljinskim stepenima, prosječne veličine prirasta po ha i njihove procentualne standardne greške za istraživana odjeljenja, ali samo za I varijantu snimanja, jer u ostalim varijantama snimanja prirast nije utvrđivan. Varijacioni koeficijenti zapreminskog prirasta, po debljinskim stepenima širine 5 cm, prikazani su na grafikonu 4, a desetogodišnji zapreminski prirast po ha i standardna greška njegove procjene, u tabeli 5.

Interesantno je da se veličine varijacionih koeficijenata zapreminskog prirasta po debljinskim stepenima nalaze približno u intervalu u kome se nalaze i veličine varijacionih koeficijenata zapremine u istim debljinskim stepenima, za datu varijantu snimanja, i da njihove linije imaju analogan tok. Najveći su varijacioni koeficijenti zapreminskog prirasta u najjačim debljinskim stepenima (iznad 60 cm), a za debljinske stepene od 10 do 60 cm oni se kreću uglavnom između 140 i 280% (grafikon 4).

Prosječne veličine desetogodišnjeg zapreminskog prirasta po ha kreću se u intervalu od 67 do 170 m<sup>3</sup> i, s obzirom na ranije navedeno o kriterijumima izbora tretiranih odjeljenja, ne mogu se upoređivati. Procentualne greške procjene zapreminskog prirasta po ha, iako zavise od veličine uzorka (veličine odjeljenja), nemaju prevelik interval variranja: kreću se približno između 10 i 24%. Praktički ove se



greške ne razlikuju od veličina procentualnih grešaka zapremine po ha, u istoj (prvoj) varijanti snimanja (tabela 5). Kao i u slučaju greške procjene zapremine, i greška procjene zapreminskog prirasta, koja je dobijena, ne zadovoljava, ako se ima u vidu planiranje mjera gazdovanja u okviru pojedinačnih odjeljenja. Ali, kako se u šumsko - privrednim osnovama planovi utvrđuju samo za uredjajne jedinice veće od odjeljenja, to se, za te jedinice ovim metodom može utvrđivati zapreminski prirast sa daleko većim stepenom tačnosti (manjom greškom procjene).

#### 4.3. VRIJEME UTROŠENO ZA POSTAVLJANJE KVADRATNE MREŽE I PRIKUPLJANJE TAKSACIONIH PODATAKA

Radi dobijanja bar orijentacionih podataka o vremenu potrebnom za postavljanje kvadratne mreže (iskolčavanje centara probnih krugova i njihovo numerisanje) i za prikupljanje taksacionih podataka (mjerjenje prečnika i visina stabala i bušenje izvrtaka za utvrđivanje prirasta) evidentirano je vrijeme utrošeno za: postavljanje mreže, što je izvršeno za sve tri varijante odjedanput, i za snimanje navedenih taksacionih podataka, odvojeno po varijantama snimanja. Podaci su prikazani u tabeli 6.

Vrijeme za postavljanje mreže zavisi u najvećoj mjeri od terenskih uslova, sastojinske strukture i vještine taksatora. Ako se izuzme odjeljenje 106, u kome je postavljena četiri puta gušća mreža, onda je za postavljanje mreže u ostalim odjeljenjima bilo potrebno, zavisno od navedenih uslova oko 13 do 22 minuta, u prosjeku oko 17 minuta po jednom centru probnog kruga.

Vrijeme za prikupljanje taksacionih podataka zavisi od količine i vrste tih podataka i od sastojinske strukture, a za istu strukturu sastojine i od veličine primjernih površina (probnih krugova). Kako se naše varijante snimanja razlikuju, između ostalog, i po veličini probnih krugova i po vrsti podataka koji se na krugovima prikupljaju (samo u prvoj varijanti snimanja uzimani su izvrtci za utvrđivanje prirasta) teško je vršiti uporedjivanja vremena utrošenog za snimanja između pojedinih varijanti. U okviru iste varijante snimanja, po odjeljenjima (različiti terenski uslovi i sastojinske strukture), za snimanje taksacionih podataka na jednom probnom krugu bilo je u prosjeku potrebno sljedeće vrijeme:

VRIJEME UTROŠENO ZA POSTAVLJANJE KVADRATNE MREŽE I TAKSACIONA SNIMANJA

Tabela 6

	106	129	29	77	9b	89	Ukupno
Broj odjeljenja:	106	129	29	77	9b	89	503
Broj probnih krugova:	181	49	76	78	31	88	(322)*
Vrijeme utrošeno za postavljanje kvadratne mreže							
Za cijelu mrežu:	23	14	17	29	8	22	113 (90)*
po 1 centru kruga:	8	17	13	22	15	15	13 (17)*
Vrijeme utrošeno za taksaciona snimanja							
I varijanta snimanja:							
- na svim krugovima	97	31	29	27	8	50	242 časova
- po 1 probnom krugu	32	38	23	21	15	34	29 minuta
II varijanta snimanja:							
- na svim krugovima	88	30	22	23	7	46	216 časova
- po 1 probnom krugu	29	37	17	18	14	31	26 minuta
III varijanta snimanja:							
- na svim krugovima	46	19	12	21	12	34	144 časova
- po 1 probnom krugu	15	23	9	16	23	23	17 minuta

\*) Bez odjeljenja 106.

Varijanta snimanja	Vrijeme utrošeno za taksaciona snimanja na 1 probnom krugu
I	15 do 38, u prosjeku 29 minuta,
II	14 do 37, u prosjeku 26 minuta
III	9 do 23, u prosjeku 17 minuta.

## 5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Pri razmatranju veličine koncentričnih kružnih površina koje se primjenjuju pri reprezentativnom metodu procjene taksacionih elemenata šumskih sastojina, mora se polaziti od veličine greške procjene i vremena potrebnog za prikupljanje i obradu taksacionih podataka.

Procjena taksacionih elemenata, a naročito procjena zapremine i zapreminskog prirasta, podložna je dvjema glavnim vrstama grešaka: greški procjene i tehničkoj greški. Greška procjene je razlika između veličine zapremine odnosno prirasta dobijene na osnovu uzorka i veličine tih elemenata koja bi se dobila kada bi bio izvršen potpuni premjer sastojine ili šumskog kompleksa. Tehnička greška je razlika između ukupne zapremine koja bi se dobila potpunim premjerom i stvarne zapremine sastojine odnosno premjeravanog šumskog kompleksa.

Veličina tehničke greške zavisi od tačnosti taksacionih snimanja i od podesnosti (tačnosti) primjenjivanih tablica za određivanje zapremine odnosno prirasta. Mi smo za ova istraživanja primijenili tehniku snimanja uobičajenu pri taksacionim radovima u nas, a za određivanje zapremine i zapreminskog prirasta koristili smo tablice navedene u poglavlju 3.21. Za te tablice nemamo podataka o njihovoj podesnosti u našim uslovima. Po pravilu, nije moguće dobiti objektivnu procjenu veličine tehničke greške, koja nastaje pri procjeni zapremine i zapreminskog prirasta, i u našem radu ova greška nije ni bila predmet istraživanja.

Veličina greške procjene odnosno standarda greška (greška aritmetičke sredine uzorka) može se procijeniti pomoću odgovarajućeg statističkog obrasca i, kako je poznato, za beskonačne statističke skupove, njena veličina je upravno proporcionalna veličini standardne devijacije, a obrnuto proporcionalna kvadratnom korijenu iz broja primjernih površina koje su ušle u uzorak. Kako je standardna devijacija, zbog toga što se izražava apsolutnim jedinicama mjere, nepodesna za uporedjivanje



vanje veličina koje su međusobno veoma različite, što je upravo bio slučaj u našim istraživanjima, greška procjene se izražava u procentima, a umjesto standardne devijacije u obrascu za njeno računanje upotrebljava se relativna mjera varijabiliteta - koeficijent varijacije.

Kako veličina greške procjene zavisi od varijabiliteta istraživanog obilježja, koji je pri taksacionoj procjeni zavisn i od veličine primjerne površine i od broja primjernih površina, mi smo težište naših istraživanja postavili na ispitivanje veličine varijabiliteta u zavisnosti od veličine elementarnih primjernih površina (tri varijante snimanja), za različite sastojinske strukture.

Velikine greške procjene zapremine za sve varijante snimanja i za sva tretirana odjeljenja, površine preko 30 ha, kreću se u granicama od oko 10 do 19%. S obzirom na izloženo o značenju ovih grešaka za uredjajne jedinice veće od odjeljenja, za koje se izrađuju planovi u okviru šumsko-privrednih osnova, može se zaključiti da sve istraživane varijante snimanja zadovoljavaju, uzevši ih u globalu.

Ranije smo istakli da je varijabilitet zapremine i prirasta zavisn i od debljine stabala i da je suština metoda koncentričnih kružnih površina upravo u većoj mogućnosti obuhvatanja tog izvora varijabiliteta. Podesnom kombinacijom veličina elementarnih kružnih površina može se postići smanjenje varijabiliteta po debljinskim stepenima, što rezultira smanjenjem greške procjene ukupne zapremine odnosno prirasta.

Razmatrajući taj problem Matić (1964., str.22) smatra da: "veličine krugova treba da budu tako odabrane da se ostvaruju manje relativne greške utvrđenih taksacionih podataka za one debljinske klase koje participiraju većim procentom u ukupnoj veličini takvih podataka", i "veličina relativne greške treba da kontinuelno opada ... prema najjačim debljinskim klasama, s tim da ne budu velike razlike u tom pogledu između debljinskih klasa iznad taksacionog praga od 10 cm". Rukovodeći se tim postavkama Matić je (1964.) za provodjenje inventure šuma na velikim površinama u SRBiH i predložio kombinaciju elementarnih kružnih površina koju smo u našim istraživanjima označili kao I varijantu snimanja.

Naša ispitivanja veličine varijabiliteta zapremine i zapreminskog prirasta po debljinskim stepenima ukazuju da ni kombinacija Matića (I varijanta snimanja) ni naše varijante (II i III) ne zadovoljavaju navedene zahtjeve za debljinske stepene iznad 60 cm. Kako pokazuju procentualne strukture zapremine po debljinskim klasama (tabela 2) udio stabala iznad 60 cm debljine u zapremini tretiranih odjeljenja je još uvijek znatan. Zbog većih cijena debele oblovine na tržištu, značaj jačih debljinskih klasa je još veći. S druge strane zbog malog broja tih stabala po jedinici površine i, po pravilu, slobodnog položaja njihovih krošnja, varijabilitet zapremine i prirasta je u ovim debljinskim stepenima nekoliko puta veći od varijabiliteta u debljinskim stepenima ispod 60 cm (grafikoni 1-4).

Kombinacija veličina kružnih površina, kojom bi se o izloženom vodilo računa, morala bi sadržavati krugove za debljinske klase iznad 60 cm znatno veće od onih u predlogu Matića (I varijanta) odnosno u našim varijantama snimanja (II i III). To bi dovelo do snižavanja veličine varijabiliteta odnosno greške procjene, a da pri tome, zbog malog broja i lake uočljivosti debelih stabala na terenu, ne bi došlo do znatnijeg povećavanja troškova procjene. Uostalom, kako pokazuju podaci o veličini varijabiliteta zapremine za odjeljenje 89, u kome, najviše od svih, preovladuje tanki materijal, moglo bi se eventualno povećavanje utroška vremena za procjenu zapremine debelih stabala kompenzirati smanjivanjem krugova predviđenih za procjenu zapremine stabala tanjih debljinskih klasa.

Uzevši u obzir sve izloženo predložili smo sljedeću kombinaciju veličina koncentričnih probnih krugova za taksacionu procjenu privredno najvažnijih šuma u SRBiH:

Debljinska	5,0-	10,0-	15,0-	20,0-	30,0-	50,0-	80,0-
klasa u cm:	9,9	14,9	19,9	29,9	49,9	79,9	i više
Radius (r)							
kruga u m:	2,5	3,5	4,5	5,5	9,0	15,0	25,0

I na kraju još nekoliko napomena.

Izbor najefikasnije varijante snimanja zavisi od varijabiliteta najvažnijih taksacionih elemenata i vremena potrebnog za prikupljanje i obradu taksacionih podataka, što opet zavisi od uslova (strukturnih, orografskih i dr.) koji su različiti od odjeljenja do odjeljenja. Uz potvrdu pretpostavke o zavisnosti varijabiliteta od

veličine elementarnih primjernih površina i od debljine stabala, informacije o veličini grešaka procjene i relativnoj efikasnosti pojedinih kombinacija veličina koncentričnih kružnih površina (varijanti snimanje) treba ipak posmatrati prije svega kao nalaz, a ne kao dokaz. Ovi rezultati mogli bi biti drukčiji u drugim tipovima šuma i drugim područjima, gdje su broj stabala po jedinici površine, debljine stabala (debljinska struktura) i drugi uslovi drukčiji.

Korist od ovih istraživanja ogleda se i u tome što se stekao uvid u veličinu variranja najvažnijih taksacionih elemenata (zapremine i zapreminskog prirasta) za sastojine različitih struktura u našim privredno najvažnijim šumama, lako se statistički reprezentativni metod za taksacionu procjenu šuma kod nas primjenjuje već niz godina, nema objavljenih podataka o veličini varijabiliteta i greškama procjene pojedinih taksacionih elemenata. A bez uvida u varijabilitet procjenjivanih veličina nema ni mogućnosti planiranja uzorka, ni s obzirom na tačnost ni s obzirom na ekonomičnost izvršenih snimanja. Predloženu kombinaciju veličina koncentričnih probnih krugova za taksacionu procjenu šuma treba shvatiti kao prilog "etapnom" rješavanju ovog problema u smislu izlaganja Matić (1964., str.22).

## KRATAK SADRŽAJ

Taksaciona procjena šumskih sastojina ili većih šumskih kompleksa vrši se, zbog obimnosti posla i velikih troškova, gotovo isključivo primjenom reprezentativnog metoda. Posljednjih nekoliko godina u SRBiH se u tu svrhu koristi metod koncentričnih kružnih površina. Veličine radijusa koncentričnih krugova određene su na osnovu iskustava skandinavskih šumara i zapažanja o rezultatima probnih snimanja izvršenih u jednom šumskom području kao priprema za inventuru šuma u SRBiH. Naučnih istraživanja o veličini varijabiliteta najvažnijih taksacionih elemenata (zapremine i zapreminskog prirasta) i u vezi s tim o veličini i broju kružnih površina (elemenata uzorka) za šume u BiH nema.

Autori su u radu postavili sljedeće zadatke:

- utvrditi varijabilitet najvažnijih taksacionih elemenata (zapremine i zapreminskog prirasta) pojedinih debljinskih kategorija stabala u mješovitim šumama bukve, jele i smrče i čistim bukovim šumama, za nekoliko izabranih kombinacija (varijanti) koncentričnih probnih krugova i

- po mogućnosti predložiti najpodesniju varijantu koncentričnih probnih krugova za snimanja koja se vrše u redovnoj taksacionoj procjeni navedenih šuma.

Mjerenja na terenu su izvršena u 6 odjeljenja odnosno 8 sastojina prosječnih veličina, raspoređenih u šumama centralne Bosne. Taksacioni elementi i mjere variranja obradjeni su za svako odjeljenje po debljinskim stepenima širine 5 cm i za 3 ispitivane kombinacije (varijante) primjernih površina. Istraživana je veličina i raspon varijacije relativne mjere varijabiliteta (varijacionog koeficijenta) kao najpogodnija za analize i uporedjenja i data je statistička interpretacija rezultata istraživanja.

Uzevši u obzir dobivene rezultate, autori su predložili sljedeću kombinaciju veličina koncentričnih probnih krugova za taksacionu procjenu privredno najvažnijih šuma u SRBIH:

Debljinska	5,0-	10,0-	15,0-	20,0-	30,0-	50,0-	80,0-
klasa u cm:	9,9	14,9	19,9	29,9	49,9	79,9	i više
Radijus (r)							
kruga u m:	2,5	3,5	4,5	5,5	9,0	15,0	25,0.

Dr Ostoja Stojanović, dipl.ing.

Dr Petar Drinić, dipl. ing.

## UNTERSUCHUNGEN DER GRÖSSE VON KONZENTRISCHEN KREISFLÄCHEN ZUR WALDMASSENERMITTLUNG

### - Zusammenfassung -

Massenermittlung von Waldbeständen oder von grösseren Waldkomplexen (Grossraumwaldinventur) wird, wegen der umfangreichen Arbeit und dem damit verbundenen Kostenaufwand, fast ausschliesslich durch Anwendung von repräsentativen Methoden durchgeführt. Zu dem Zweck wird in letzter Zeit, in Bosnien und der Herzegowina, die Methode der konzentrischen Kreisflächen angewandt. Als Vorbereitung für die Waldinventur in Bosnien und der Herzegowina sind die Radiusgrössen der konzentrischen Kreise auf Grund von skandinavischen Erfahrungen und Ergebnissen in einem Forstbetrieb durchgeführten Vorversuche bestimmt worden. Wissenschaftliche Untersuchungen über die Variabilitätsgrösse der wichtigsten Taxationselemente (Masse und Massenzuwachs) und damit in Zusammenhang über die Grösse und Anzahl von Kreisflächen (Probenelemente) für die Wälder Bosniens und der Herzegowina sind nicht vorhanden.

Die Autoren haben sich in der vorliegenden Arbeit folgende Aufgaben gestellt:

- Für einige ausgewählte Kombinationen der konzentrischen Kreise, die Variabilitätsgrössen von den wichtigsten Taxationselementen (Masse und Massenzuwachs) einzelner Stärkestufen der Bäume in Mischwäldern von Tanne, Fichte und Buche und reinen Buchenwäldern festzustellen,

- Je nach Möglichkeit, die geeignetste Variante konzentrischer Kreise für die bei der Waldinventur der genannten Wälder praktizierte Aufnahme vorzuschlagen.

Die Messungen erstreckten sich auf sechs Abteilungen bzw. acht Bestände mittlerer Grösse in Wäldern Zentralbosniens. Taxationselemente und Variationsmasse sind für jede Abteilung nach Stärkestufen von 5 cm Breite geordnet und für drei untersuchte Kombinationen (Aufnahmevarianten) der repräsentativen Flächengrösse ausgewertet und dargestellt. Gleichfalls sind die Grösse und das Variationsintervall des Variationskoeffizienten, der am geeignetsten für Analyse und Vergleich ist, untersucht und die Ergebnissinterpretation gegeben worden.

Auf Grund von Erörterungen der gewonnenen Ergebnisse schlugen die Autoren folgende Kombination der Grössen konzentrischer Probekreise zur Ermittlung von Taxationselementen in den wirtschaftlich wichtigsten Wäldern, in Bosnien und der Herzegowina, vor:

Stärkeklasse	5,0-	10,0	15,0-	20,0-	30,0-	50,0-	80,0-
in cm	9,9	14,9	19,9	29,9	49,9	79,9	u.mehr
Kreisradius							
in m	2,5	3,5	4,5	5,5	9,0	15,0	25,0.

## L I T E R A T U R A

1. Grundner - Schwappach, (1952.):  
Massentafeln, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
2. Johnson, F.A. - Hixon, H.T. (1952.):  
The most efficient size and shape of plot to use for  
cruising in oldgrowth Douglas-fir timber. Journal of  
forestry, volume 50. Washington, D.C.
3. Matić, V. (1964):  
Metod inventure šuma za velike površine, I, II i III  
dio, Institut za šumarstvo, Sarajevo.
4. Matić, V. (1965.):  
O planiranjima i o snimanjima u okviru uređivanja  
šuma. Sarajevo.
5. Matić, V., Drinić, P., Stefanović, V., Ćirić, M. i saradnici (1971.):  
Stanje šuma u SR Bosni i Hercegovini prema inventuri  
šuma na velikim površinama u 1964-1968. godini. Šu-  
marski fakultet i Institut za šumarstvo, Sarajevo.
6. Stojanović, O. (1964.):  
Primjena reprezentativnog metoda pri taksacionoj  
procjeni šuma. Narodni šumar, god. XVIII, sveska  
11-12, Sarajevo.
7. Strand, L. (1957):  
The effect of the plot size on the accuracy of forest  
surveys, Meddelelser fra det Norske Skogforsksvesen,  
Bind XIV (Hefte 48), Vollebekk.

## S A D R Ž A J

	Strana
1. UVOD I PROBLEM	5
2. OBJEKTI ISTRAŽIVANJA	8
3. METODIKA RADA	11
3.1. Rad na terenu	11
3.2. Rad u birou	13
3.21. Obračun zapremine i zapreminskog prirasta	13
3.22. Varijabilitet zapremine i zapreminskog prirasta	13
3.23. Prosječna zapremina i zapreminski prirast po jedinici površine i mjere njihovog varijabiliteta	14
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	15
4.1. Zapremina drveta	15
4.11. Varijabilitet zapremine po debljinskim stepenima	15
4.12. Veličina zapremine po ha i njena greška procjene	21
4.2. Zapreminski prirast	23
4.3. Vrijeme utrošeno za postavljanje kvadratne mreže i prikupljanje taksacionih podataka	25
5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA	27
KRATAK SADRŽAJ	30
ZUSAMMENFASSUNG	32
LITERATURA	34