

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO I DRVNU INDUSTRIJU — BEOGRAD

# ZBORNİK RADOVA



INSTITUT ZA ŠUMARSTVO  
I DRVNU INDUSTRIJU  
BEOGRAD

INSTITUTUM SILVICULTURAE  
ET LIGNI PRAEFABRICANDI  
BEOGRAD

INSTITUTE OF FORESTRY  
AND WOODWORKING  
INDUSTRY — BEOGRAD

ZBORNİK RADOVA

COLLECTANEA

COLLECTION

TOM XXVI—XXVII

BEOGRAD

GODINA 1986.

INSTITUT ZA SUMARSTVO I DRVNU INDUSTRIJU — BEOGRAD

---

INSTITUTE OF FORESTRY AND WOODWORKING INDUSTRY — BEOGRAD

# ZBORNIK RADOVA

COLLECTION

XXVI — XXVII

BEOGRAD

1986.

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO I DRVNU INDUSTRIJU — BEOGRAD

---

INSTITUTE OF FORESTRY AND WOODWORKING INDUSTRY — BEOGRAD

Glavni i odgovorni urednik:

Dr ing. MILKA PENO

Redakcioni odbor:

Dr Milutin, Jovanović, naučni savetnik,

Dr Radenko Lazarević, naučni savetnik,

Mr Srđan Tanasković, istraživač-saradnik

Ing. Pavle Čuković, stručni savetnik,

Ing. Milun Topalović, stručni savetnik

Urednik — lektor:

MILUTIN VUJOVIĆ, novinar

Stampanje ove publikacije  
sufinansirala je Republička zajednica  
nauke Srbije

Uredništvo: Beograd, Kneza Višeslava br. 3

---

Štampa: Zavod za kartografiju „GEOKARTA”, Beograd, Bul. voj. Mišića 39

## S A D R Ž A J

Slobodan Šmit:	
DOPRINOS INSTITUTA ZA SUMARSTVO I DRVNU INDUSTRIJU RAZVOJU SUMARSTVA SR SRBIJE	5
Milutin Jovanović:	
ORDEN RADA RAJICI ĐEKICU	19
Dobrivoje Todorović:	
TACNOST I EKONOMIČNOST SNIMANJA INVENTARA RAZNODOBNIH SAS- TOJINA NA OSNOVU UZORAKA RELASKOPSKIH KONCENTRICNIH KRUGOVA	21
Accuracy and economy of inventory of uneven-age stands, on the basis of relascope concentric circle samples	44
M. Topalović, D. Marković, B. Vučković, R. Kuprešanin:	
ZEMLJIŠTA POD SUMSKIM FITOCENOZAMA KOŠUTNJAKA I TOPCIDERSKOG BRDA	45
Soils under forest phytocoenoses of Košutnjak and Topčidersko brdo	54
Dragan Vuletić:	
DOSADASNJA ISKUSTVA NA REKULTIVACIJI POSUMLJAVANJEM U REIK „KOLUBARA“	55
Hitherto experiences on soil recultivation by afforestation in REIK „Kolubara“	65
Lj. Marković, B. Grbović:	
UTVRĐIVANJE IZVORA VARIJABILNOSTI I STEPENA NASLEDNOSTI DIMEN- ZIJA ŠISARICA I PRINOS SEMENA VAJMUTOVOG BORA IZ NEKIH MLADIH KULTURA NA PODRUČJU SG LOZNICA	67
Sources of variability and degree of heritability of cone dimensions and seed yield of eastern white pine in young plantations which fructificate	73
V. Bratić, D. Marković:	
RAZVOJ ČETINARSKIH KULTURA OSNOVANIH SADNICAMA PROIZVEDENIM U KONTEJNERIMA SAĐENIM U LETNJEM PERIODU	75
Development of coniferous plantations founded in summer period with conta- inerized seedlings	94
I. Popović, N. Veselinović:	
UTICAJ ZAŠTITE I PRIHRANJIVANJA U PROIZVODNJI SADNICA QUERCUS PEDUNCULATA U KONTEJNERIMA	95
Influence of protection and fertilization on production of Quercus pedunculata seedlings in containers	99

Mihailo Ratknić:

- REZULTATI ISTRAZIVANJA MERA NEGE PUTEM SEČA PROREDE U SRED-  
NJODOBNOJ SASTOJINI BRDSKE BUKOVE SUME NA RAJCU — — — — — 101
- Results of investigation of tending measures by means of thinning cuts in a  
middle-age stand of mountainous beech (Fagetum moesiacaе montanum silici-  
colum Rud.) on the mountain of Rajac — — — — — 113

Branimir Vučković:

- BILJNE ZAJEDNICE SA VIRGILIJSKIM HRASTOM (QUERCUS VIRGILIANA  
T E N.) U KRAJNJEM SEVERNOM DELU SUMADIJE — KARTA PRIRODNIH  
SUMSKIH FORMACIJA JEDNOG DELA PODRUČJA BEOGRADA — — — — — 115
- Plant communities with Quercus virgiliana T en. in the northeast part of Šu-  
madija — map of natural forest vegetation on one part of the territory of Beograd 121

Bogdan Vulović:

- OTVORENOST PRIVATNIH SUMA NA PODRUČJU IVANJICE I BELE PA-  
LANKE — — — — — 123
- Accessibility of private forests in the communities of Ivanjica and Bela Palanka 129

D. Vrclj-Kitić, D. Vilotić:

- UTICAJ TIPA KONTEJNERA NA RAST I RAZVOJ BILJAKA CRNOG BORA U  
RAZLIČITIM STANISNIM USLOVIMA — — — — — 131
- Influence of container type on the growth and development of Pinus nigra  
plants, cultivated in different site conditions — — — — — 138

Aleksandar Mančić:

- PRVI REZULTATI OZILJAVANJA BELOG DUDA (MORUS ALBA L.) POD  
VESTACKOM IZMAGLICOM — — — — — 139
- First results of rooting mulberry under mist (Morus alba) — — — — — 142

Ljubisav Marković:

- VARIJABILNOST BUJNOSTI RASTA HETEROVEGETATIVNIH KOPIJA OBICNOG  
ORAHA (JUGLANS REGIA L.) GAJENIH U RAZLIČITIM USLOVIMA — — 143
- Variability and heritability of growth of grafts of Persian walnut (Juglans regia L.)  
in the first vegetation — — — — — 150

Branimir Vučković:

- VEGETACIJSKA KARAKTERISTIKA PREDELA OKO INDUSTRIJSKIH OBJE-  
KATA REIK „KOLUBARA“ KAO PRIRODNA OSNOVA ZA UTVRĐIVANJE  
STANDARDA OZELENJAVANJA — — — — — 151
- Characteristics of the vegetation in the zone of industrial objects of REIK  
„Kolubara“ as a natural basis for establishing standards of horticulture — 162

Mihailo Ratknić:

- REZULTATI ISTRAZIVANJA MERA NEGE PUTEM SEČA PROREDA U DOZRE-  
VAJUĆOJ SASTOJINI BRDSKE BUKOVE SUME NA RAJCU — — — — — 163
- Results of investigation of tending measures by means of thinning cuts in a  
mountainous beech stand in the phase of maturation, on the mountain of Rajac 173

Lj. Marković, D. Vilotić:

- VARIJABILNOST KARAKTERISTIKA SRZNIH ZRAKA DUBECIH STABALA  
BUKVE (F. MOESIACA/DOMIN, Maly/CZECZOTT.) U TANGENCIJALNOJ SI-  
TUACIJI — — — — — 175
- Variability of the medullary rays of standing beech trees (F. moesiaca/D omin,  
Maly) Czeczott.) in tangential situation — — — — — 182

**TAČNOST I EKONOMIČNOST SNIMANJA INVENTARA RAZNODOBNIH  
SASTOJINA NA OSNOVU UZORAKA RELASKOPSKIH  
KONCENTRIČNIH KRUGOVA**

*Dobrivoje Todorović*

**1. UVODNE NAPOMENE I CILJ ISTRAŽIVANJA**

Određivanje zbira kružnih preseka (temeljnice) sastojine na osnovu tzv. „uzoraka ugaonog izbrajanja” stabala (nem. Winkelzählprobe, skraćeno WZP) predstavlja jedinstven postupak, čiji je autor W. Bitterlich (1948). Selekcija stabala u uzorak ovakve vrste nije uslovljena ograničavanjem probnih površina kao posebnom fazom, one su unapred definisane, za prečnik, odnosno temeljnicu na prsnoj visini svakog pojedinačnog stabla. Izbor stabla u ovakav uzorak se obavlja pomoću relaskopa W. Bitterlich-a ili prizme, a na osnovu dva kriterijuma — debljine stabla na prsnoj visini i njegovog odstojanja od stajališta.

Uzorkom temeljnice sastojine prikupljenom na ovaj, po ekonomičnosti još nedostižan način, po prvi put je omogućena procena ukupne zapremine sastojine, kao proizvoda iz temeljnice po hektaru i srednje oblikovisine, bez ograničavanja probnih površina, a isto tako i određivanje ukupnog broja stabala sastojine, kao količnika između temeljnice po hektaru i temeljnice srednjeg stabla.

Ovo je, međutim, samo prvobitni i najprostiji oblik primene relaskopskog postupka u proceni inventara sastojine, no koji se još uvek i na različite načine praktikuje u jednodobnim šumama. Kasnije, a naročito u

---

*Dr Dobrivoje Todorović, viši naučni saradnik, Institut za šumarstvo i drvnu industriju, Beograd.*

poslednjih deceniju-dve, na ovoj osnovi nastaju novi uzorci, namenjeni proceni sastojinskih parametara po debljinskim stepenima. Efikasnost tih novonastalih uzoraka proizilazi takođe iz jednostavne selekcije stabala pomoću relaskopskog instrumenta i konstantnog odnosa probnih površina i temeljnica stabala, koji ovde znači favorizovanje u selekciji jačih debljinskih stepena, glavnih nosioca procenjivanog obeležja. S tim u vezi se napominje, da je zadnjih godina predmet proučavanja širok spektar uzoraka, u koje se selekcija stabala obavlja sa verovatnoćom proporcionalnom veličini nekog procenjivanog elementa, kao: prsnog prečnika, zapremine, prirasta, vrednosti, no u osnovi i ovih tzv. PPS uzoraka (engl. Probability Proportional to Size) je temeljnica, oni su nastali iz WZP postupka i predstavljaju njegovu dalju razradu. Opšta formula, kojom se definiše verovatnoća selekcije stabala u bilo koji od PPS uzoraka glasi:

$$y = mg^c \quad 1)$$

(y — verovatnoća selekcije, odnosno veličina probne površine stabla,

m — odnos između probne površine i temeljnice stabla, određen veličinom primenjenog konstantnog horizontalnog vidnog ugla,

g — temeljnica stabla,

c — veličina koja do kraja definiše verovatnoću selekcije pojedinog stabla, čije su vrednosti, zavisno od taksacionog elementa, usvojenog za njeno merilo, sledeće:

prсни prečnik	0,5
temeljnica (WZP)	1,0
zapremina	1,25 — 1,50
vrednost	1,75 — 2,00).

Vidi se da uzorci sa verovatnoćom selekcije proporcionalno njihovoj zapremini, u poređenju sa WZP uzorcima, u nešto većoj meri favorizuju stabla jačih dimenzija. No kako se radi o eksponencijalnoj funkciji, odnos između temeljnice stabla i njegove probne površine (odnos prečnika stabla i radijusa probnog kruga) je varijabilan, što nalaže i selekciju stabala primenom horizontalnog ugla varijabilne veličine, odnosno komplikovan i zametan postupak. To je i osnovni razlog za opredeljenje u ovom radu za efikasniji WZP princip, tj. primenu konstantnog horizontalnog ugla u selekciji stabala.

Osnovni elementi ekonomičnosti i efikasnosti PPS uzoraka, a u njihovom okviru WZP uzoraka, u uslovima raznodobnih sastojina, su znatna reduciranost ukupnog broja klupiranih stabala i u odnosu na sastojinu srazmerno veća zastupljenost stabala jačih debljinskih stepena, glavnih nosioca zapremine.

Na planu kreiranja uzoraka, sa selekcijom stabala po debljinskim stepenima na WZP principu, postoje već značajna dostignuća. No i pored toga stoji još uvek konstatacija da, zbog nejasnoće nekih pitanja ili drugih razloga, do sada nije bilo celovitog rešenja za uspešnu primenu

takvih uzoraka u snimanju inventara raznodobnih sastojina po debljinskim stepenima širine 5 cm, saglasno praktičnim potrebama redovnog uređivanja šuma.

Ovaj rad predstavlja pokušaj da se, koliko je to moguće, ispuni pomenuta praznina, u svakom slučaju da se objektivno i realno sagledaju mogućnosti efikasne primene uzoraka prikupljenih na WZP principu u proceni inventara raznodobnih sastojina.

## 2. METODOLOGIJA RADA

Istraživanja u ovom radu su obavljena u dve faze.

U prvoj fazi su analizirane same osnove WZP uzoraka, odnosno njihove kvalitativne i kvantitativne odlike i to sa gledišta njihove optimalne primene u proceni raznodobnih sastojina. Specifičnost postupka prikupljanja ovih uzoraka nametnula je potrebu njihovog dubljeg izučavanja, posebno sa gledišta identifikacija i maksimalnog eliminisanja mogućih sistematskih grešaka. To je, u stvari, faza kreiranja optimalnih uzoraka u prebirmim sastojinama, u čijem prikupljanju, odnosno selekciji stabala, se eksploatiše maksimalno WZP princip, ali istovremeno i odbacuje u debljinskim stepenima, gde bi efekti u pogledu efikasnosti uzorka izostali. Optimalno rešenje je traženo u nekoj vrsti kombinovanih uzoraka, određenije uzoraka sa relaskopskih koncentričnih krugova (u daljem tekstu RKK uzoraka).

Prvom fazom istraživanja obuhvaćena su sledeća pitanja:

— probne površine i obračunski faktori, vezani za upotrebu relaskopa i prizme i problem maksimalnog eliminisanja sistematskih grešaka, posebno grešaka instrumenata,

— veličina probnih površina PKK uzoraka,

— greške po osnovi grupisanja stabala u šire debljinske stepene, u ovom slučaju 5 cm, prilikom prikupljanja i računске obrade PKK uzoraka,

— problem graničnih (ivičnih) stabala,

— optimalna šema punktova probnih površina RKK uzoraka.

Izloženi sadržaj istraživanja u prvoj fazi je nametnut potrebom raščišćavanja nekih principijelnih pitanja u vezi sa mogućnosti, kao i optimizacijom primene WZP postupka u prikupljanju i obradi uzoraka broja stabala i zapremine raznodobnih (prebirmih) sastojina, što znači i po debljinskim stepenima, ne propuštajući pri tome njihovo kompariranje u pogledu tačnosti i ekonomičnosti sa uobičajenim uzorcima sa fiksnih probnih površina, zajedničkih za sve debljinske stepene.

Druga faza istraživanja obuhvata primenu uobičajenih u prvoj fazi uzoraka relaskopskih koncentričnih krugova (RKK) u proceni broja stabala i zapremine 6 odabranih u tu svrhu prebirmih sastojina, različite debljinske strukture. Dobijeni rezultati u pogledu tačnosti i ekonomičnosti poslužili su za dublje proučavanje osobenosti RKK uzoraka, ocenu nji-

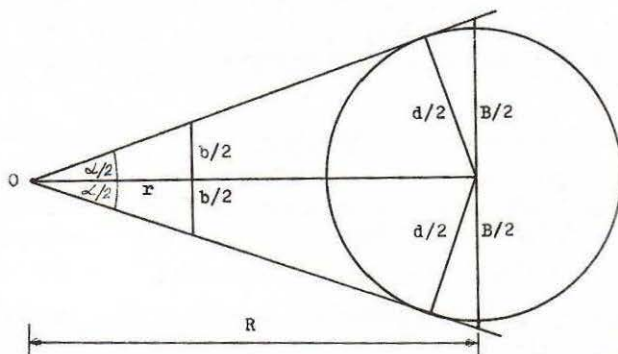
hove efikasnosti i upoređenje u tome sa uzorcima primernih pruga, u pogledu procene po debljinskim stepenima.

Raznorodnost materije, obuhvaćene u ovom radu, uslovila je poseban pristup proučavanju svakog od pobrojanih pitanja. U većini slučajeva, za iznalaženje predloženih rešenja, tamo gde je to bilo neophodno, prikupljan je i analiziran potreban materijal, dok se u tretiranju nekih ključnih problema moralo osloniti isključivo na logičko rasuđivanje, polazeći od postignutih saznanja.

### 3. ISTRAŽIVANJE USLOVA I NAČINA ZA USPEŠNU PRIMENU RELASKOPSKIH UZORAKA U PROCENI BROJA STABALA I ZAPREMINE RAZNODOBNIH SASTOJINA

#### 3.1. O WZP odnosno između prečnika stabla u graničnom položaju i širine primenjenog vidnog ugla i o preciznosti relaskopskih instrumenata

Veličine površina imaginarnih probnih krugova su definisane širinom primenjenog horizontalnog vidnog ugla na relaskopu, ili jačinom prelomnog ugla prizme. Pomenuti ugao ( $\alpha$  na sl. 1) je određen širinom ureza,



Slika 1.

ili trake, na relaskopu ( $b$  na sl. 1) i njenim odstojanjem ( $r$ ) od okulara (O), tako da je  $\text{tg}\alpha = \frac{b}{r}$ . No šema na sl. 1. pokazuje da se pri uzimanju stabla u uzorak, zbog valjkastog oblika debla, mora koristiti odnos (K):

$$K = \frac{d}{100R} = 2 \sin \alpha/2 \quad 2)$$

( $d$  — prsni prečnik stabla u cm.,

$R$  — radijus imaginarnog probnog kruga u m.).

U vezi sa ovim je i problem obezbeđenja korektnog odnosa između veličina relaskopskih probnih površina i širine primenjenog horizontalnog

ugla na instrumentu. Ovo zato što se rektifikacija relaskopskog instrumenta, ili precizno određivanje veličine probnih površina za datu veličinu horizontalnog ugla, obavlja na osnovu njegove širine na ravnoj površini (B na sl. 1) postavljenoj upravno na pravac viziranja, na fiksiranom odstojanju (R na sl. 1). Međutim, širina (B) treba da bude transformisana u odgovarajuću veličinu prsnog prečnika (D) stabla A (sl. 1), čije je ovo odstojanje (R) granično, na sledeći način:

$$D = B \cdot \frac{\sin \alpha}{\operatorname{tg} \alpha} = B \cdot \frac{B}{\sqrt{R^2 + B^2}} \cdot \frac{R}{B} = B \cdot \frac{R}{\sqrt{R^2 + B^2}} \quad 3)$$

Saglasno tome, širina vidnog ugla (B) za unapred dati prsni prečnik (D) stabla u graničnom položaju, određenog graničnim odstojanjem (R) je jednaka:

$$B = D \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \alpha} = D \cdot \frac{D}{\sqrt{R^2 - D^2}} \cdot \frac{R}{D} = D \cdot \frac{R}{\sqrt{R^2 - D^2}} \quad 4)$$

Na isti način je definisana i širina ureza (ili trake) na relaskopu (b na sl. 1):  $b = d \cdot \frac{R}{\sqrt{r^2 - d^2}}$ .

Primer: za odstojanje (r) od 100 cm., prečnik (d) od 4 cm., širina ureza (b) iznosi:

$$b = 4 \cdot \frac{100}{\sqrt{10000 - 16}} = \frac{400}{99,919967} = 4,003 \text{ cm.}$$

(+ 0,075%).

Kao što se vidi, greška u rektifikaciji instrumenta, odnosno definisanju veličina relaskopskih probnih površina na bazi tangensa horizontalnog vidnog ugla, ne uzimajući u obzir valjkasti oblik debla, je bez praktičnog značaja.

Što se tiče preciznosti relaskopa, odnosno WZP postupka, treba reći da nije potpuna. Prema Prodan-y i Stöhr-y (Šmelko, 31), greška u selekciji graničnih stabala iznosi  $\pm 4\%$  od ukupnog broja tretiranih stabala, što znači da je širina kritičnog graničnog pojasa  $\pm 2\%$  od radijusa probnog kruga. Utvrđivanje pripadnosti uzorku u ovom slučaju se obavlja na osnovu pantljikom izmerenog horizontalnog odstojanja stabla od centra probnog kruga i upoređivanjem istog sa definisanim graničnim odstojanjem za prsni prečnik dotičnog stabla. Pomenuti autori su utvrdili i postojanje greške od  $\pm 2\%$  od ukupnog broja tretiranih stabala po osnovi ispuštanja stabala iz uzorka zbog zaklonjenosti. Ova greška, međutim, po svojoj prirodi ne može biti dvosmerna, već sistematska, sa predznakom —, pa je kao takva utoliko od većeg značaja i nalaže oprez kod limitiranja maksimalne veličine probnih krugova istraživanih RKK uzoraka, kako bi se u potpunosti eliminisalo njeno nastajanje.

S obzirom na postojanje dve vrste relaskopskih instrumenata — relaskopa i prizme, postavlja se pitanje za koji se opredeliti. S tim u vezi značajne su sledeće konstatacije:

### *Za relaskop W. Bitterlich-a:*

— podešen je za automatsku transformaciju kosih odstojanja u horizontalna, tj. prikupljanje uzoraka se obavlja sa površina svedenih na horizont,

— precizan je i osposobljen za merenje visina stabala, odstojanja, nagiba terena i debljine vretena stabla na nedostupnom delu,

— sa gledišta brzine rada loša mu je strana što je puna preciznost viziranja uslovljena upotrebom stativa i što je donekle otežan rad u uslovima slabije vidljivosti.

### *Za prizmu, prostu i relaskopski optički instrument na bazi prizme:*

— rad se obavlja veoma lako i uspešno iz slobodne ruke, bez korišćenja stativa,

— smetnje zbog pogoršane vidljivosti su manje izražene nego kod relaskopa,

— krupan nedostatak proste prizme je što se prikupljanje uzoraka obavlja na kosim probnim površinama, dok se svođenje kosih na horizontalna odstojanja, pomoću instrumenata na bazi prizme obavlja, u poređenju sa relaskopom, manje precizno,

— najveća zamerka tehničkim svojstvima prizme je mogućnost nastajanja sistematskih pozitivnih grešaka u selekciji stabala, u uslovima veće gustine sastojine i sličnosti izgleda debela na prsnoj visini.

### **3.2. Izbor optimalne veličine relaskopskih probnih površina**

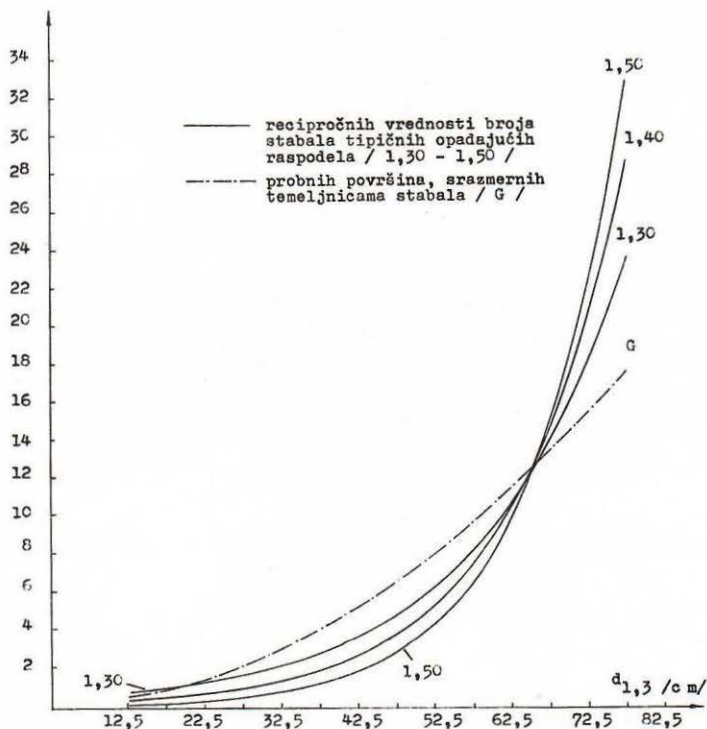
Optimalne veličine jedinice uzorka broja stabala i uzorka zapremine jedne raznodobne sastojine podrazumeva obezbeđenje planirane tačnosti procene na nivou ukupnog inventara i to po debljinskim stepenima, uz minimalan obim uzorka i minimalni utrošak rada.

Veličina jedinice snimanja može da se izrazi probnom površinom, ali i brojem stabala, što je uputnije, s obzirom na utvrđenu čvršću korelaciju vezu sa varijabilitetom broja stabala i zapremine sastojine (Šmelko, 25, Todorović, 34).

Gornju granicu veličine maksimalnog relaskopskog probnog kruga određuju u prvom redu smetnje zbog zaklonjenosti najdaljih stabala podmlatkom i stablima bližim stajalištu. Iskustva su pokazala da iz ovih razloga maksimalan radijus imaginarnog probnog kruga ne bi trebalo da prelazi 25 m.

Na osnovu istraživanja veličina probnih krugova po debljinskim stepenima i s tim u vezi drastičnog umanjenja imaginarnih probnih krugova tankih debljinskih stepena došlo se do principijelno novog rešenja kod određivanja njihove donje granice.

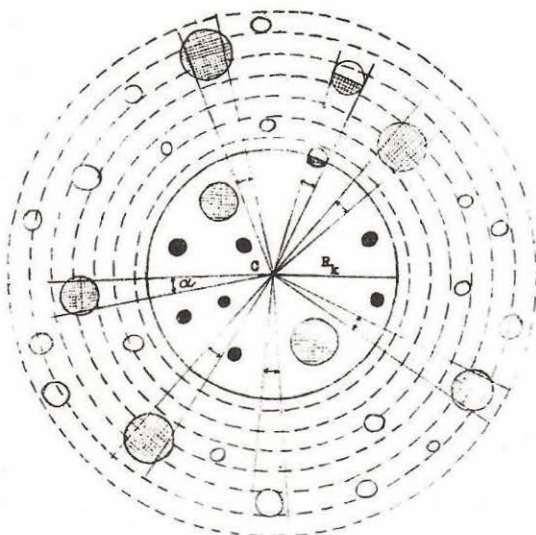
Upoređenjem relativnog uvećanja sa prsnim prečnikom temeljnice (što znači probnih površina, definisanih na WZP principu!) i recipročnih vrednosti jediničnih distribucija frekvencija prsnih prečnika u rasponu 10—80 cm. tipičnih, prebirnih sastojina—za  $q = 1,3$ ,  $q = 1,4$  i  $q = 1,5$  vidi se da su pomenuta uvećanja istoga smera i uglavnom približna. Takođe je vidno, da počev od 20 cm. pa do 65 cm. relativna zastupljenost temeljnice je u odnosu na relativnu zastupljenost recipročnih vrednosti broja stabala veća (tj. manja u odnosu na broj stabala!) i da je situacija iznad 65 cm. obrnuta. U najtanjim debljinskim stepenima se može govoriti



Sl. 2. Procentualna zastupljenost po debljinskim stepenima od 10—80 cm

o približnoj podudarnosti u tome. Iz ovoga sleduje zaključak da su veličine WZP uzoraka pojedinih debljinskih stepena u tipičnim prebirnim sastojinama, izražene brojem stabala približne, da u tome prednjače debljinski stepeni od 20 do 65 cm, sa maksimumom kod prečnika od 50 cm. Relativna zastupljenost broja stabala u WZP uzorku iznad 65 cm progresivno opada, a kod najtanjih debljinskih stepena se približava proseku. Ovakva struktura WZP uzorka izražena brojem stabala, reklo bi se, obećava približno ravnomerno ostvarenu tačnost procene broja stabla (i zapremine) po debljinskim stepenima tipičnih prebirnih sastojina i da tu nisu potrebne značajnije korekcije. No nije tako. Istraživanja u raznodobnim bukovim sasotjinama (Todorović, 34) su pokazala

da je variranje broja stabala (i zapremine) tanjih debljinskih stepena (do 30 cm) mnogo jače izraženo i da bi njihova zastupljenost u uzorku srazmerno temeljici značila njihovo osetno zaostajanje u tačnosti procene u odnosu na jače debljinske stepene, što je neprihvatljivo imajući u vidu njihovo po pravilu veliko učešće u strukturi prebirnih sastojina, pa samim tim i gazdinski značaj, daleko veći nego u jednodobnim sastojinama. S toga je za tanka stabla ( $d_{1,30} < 30$  cm), uzet fiksni probni krug poluprečnika 7,5 m., odnosno imaginarni krug za prečnik od 30 cm., a u nekim posebnim slučajevima poluprečnik fiksnog kruga iznosi 10 m, zahvatajući na analogan način sva stabla prsnog prečnika do 40 cm (sl. 3).



Sl. 3.

- C - centar krugova / stajalište /
- $R_k$  - poluprečnik konstantnog kruga
- - stablo uzorka sa konstantnog kruga
- ⊙ - stablo maksimalnog prsnog prečnika iz uzorka sa konstantnog kruga u graničnom položaju
- ⊕ - stablo WZF uzorka
- ⊖ - stablo izvan konstantnog kruga u graničnom položaju
- - stabla koja nisu obuhvaćena uzorkom RKK
- - - granice relaskopskih probnih krugova srednjih stabala debljinskih stepena
- $\alpha$  - primenjeni horizontalni konstantni ugao

Prema tome, uzorak relaskopskih koncentričnih krugova (RKK uzorak) je na svakom stajalištu sastavljen iz uzorka tankih stabala, do određenog prsnog prečnika, sa zajedničkog probnog kruga (PK) i WZF uzorka za ostala, jača stabla, tako da je:  $RKK = PK + WZF$ . Zajednički probni krug tankih stabala predstavlja ujedno donju granicu relas-

kopskih (imaginarnih) probnih krugova, a prsni prečnik, koji definiše njegovu veličinu, uslovno se može nazvati „graničnim”, jer deli sastojinu na dva različitim uzorcima procenjena dela.

### 3.3. Istraživanje mogućnosti grupisanja stabala u debljinske stepene kod prikupljanja i obrade relaskopskih uzoraka

Stroga funkcionalna zavisnost veličine imaginarnog probnog kruga od prsnog prečnika odnosno temeljnice na prsnoj visini WZP uzorkom obuhvaćenog stabla na prvi pogled imperativno nalaže svođenje uzorka na 1 ha za svako pojedinačno stablo. U okviru jednog debljinskog stepena širine 5 cm. sva relaskopskim uzorkom obuhvaćena stabla imaju različite prsne prečnike pa prema tome i različite probne kružne površine, odnosno redukcione (pretvorbene) faktore za broj stabala, zapreminu i druge sastojinske parametre.

Svako zaokružavanje prsnog prečnika ovde, reklo bi se, ima za posledicu grešku u određivanju stvarne srednje probne površine, pretvorbeneog faktora, pa samim tim i u proceni zapremine sastojine.

Međutim, slično klasičnom uzorku broja stabala, relaskopski uzorak temeljnice, za već definisanu probnu površinu, se prikuplja neposredno i kod istog ne postoji pogreška čiji je izvor zaokruživanje prečnika, tako da je relaskopski uzorak zapremine podložan grešci zaokruživanja samo po osnovi obliko-visine, pa bilo da se radi o ukupnoj zapremini, bilo o zapremini debljinskog stepena ( $V_1$ ), koja se može izraziti formulom:

$$V_1 = G_1 \cdot h f_1 \quad 5)$$

Pošto se formula 5) može transformisati na sledeći način:

$$V_1 = \frac{G_1}{g_{a1}} g_{a1} h f_1 = N_1 \cdot v_{a1} \quad 6)$$

( $g_{a1}$  — temeljnica sr. stabla deb. stepena,

$h f_1$  — obliko-visina srednjeg stabla deb. stepena

$v_{a1}$  — zapremina sr. stabla deb. stepena,

$N_1$  — broj stabala po ha deb. stepena),

proizilazi da je i zapremina po hektaru debljinskog stepena, kao proizvod iz broja stabala po ha i zapremine srednjeg stabla debljinskog stepena, takođe „imuna” od pogreške zaokruživanja, što se tiče temeljnice, tako da se svodi (samo) na pogrešku obliko-visine.

Sistematska komponenta ove pogreške je za uslove opadajuće distribucije, kao i kod klasičnog uzorka, pozitivna i značajnija u nižim debljinskim stepenima, a osetno manja u jačim, tako da se njene procentualne vrednosti, zavisno od boniteta i intenziteta opadajuće raspodele kreću u sledećim granicama: za debljinski stepen 32,5 cm od 0,20 — 0,37% a za debljinski stepen 72,5 cm od + 72,5 cm od + 0,02 — 0,08%.

Praktični značaj formule 6), odnosno njene identičnosti sa formulom 5) je u tome, što ukazuje na mogućnost grupisanja stabala u debljinske stepene širine 5 cm. prilikom prikupljanja WZP uzoraka i kasnije računске obrade primenom jednoulaznih zapreminskih tarifa.

Druga je, međutim, stvar kada se radi o proceni broja stabala, odnosno faktora stabla (F). U ovom slučaju pogreška zaokružavanja je prisutna i po obimu se izjednačava sa postojećim kod temeljnice srednjeg stabla uzorka tog debljinskog stepena, samo sa suprotnim predznakom (—), bez ozbira što se radi o opadajućoj raspodeli, jer temeljnica srednjeg stabla, kao izvor pogreške zaokružavanja, ovde deluje preko nazivnika kvocijenta, po kome se određuje faktor stabla.

$$(F_t = \frac{G_t}{g_{at}}).$$

Prema izloženom, ne postoje nikakve smetnje za grupisanje stabala u šire debljinske stepene prilikom prikupljanja relaskopskih uzoraka i njihove računске obrade na bazi relaskopske probne površine, odnosno faktora stabla srednjeg stabla debljinskog stepena. U okviru RKK uzoraka ovo je značajno i odnosi se na deo sastojine iznad 30 cm (katkad 40 cm), dok je za tanja stabla usvojen fiksni probni krug, po veličini identičan sa relaskopskim za prsni prečnik — pomenutu granicu, saglasno primenjenom faktoru temeljnice na stajalištu.

Nije potrebno ni naglašavati da deo RKK uzorka na fiksnom krugu u svakom pogledu ima karakter klasičnog uzorka.

### **3.4. Uticaj graničnih stabala na tačnost i ekonomičnost relaskopskih (WZP) uzoraka**

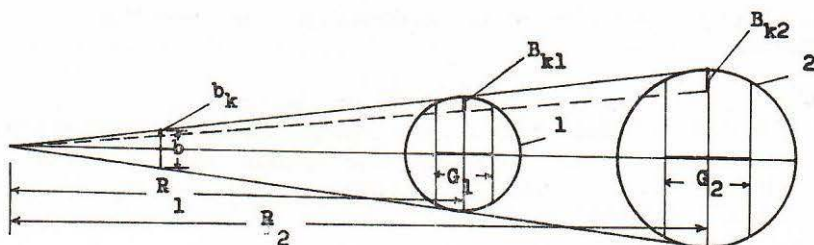
Glavna osobenost WZP uzoraka je u tome, što svaki prsni prečnik ima svoju probnu površinu, tako da ih je na svakom stajalištu praktično onoliko koliko je i uzorkom obuhvaćenih stabala. Druga njihova osobenost je reduciranost broja stabala, u poređenju sa klasičnim uzorkom jedne raznodobne sastojine, na polovinu, trećinu, pa čak i manje.

Sve ovo čini pitanje graničnih stabala WZP uzorka koliko zamršenim, toliko i značajnim.

Problem graničnih stabala je značajan ne samo sa gledišta tačnosti već i ekonomičnosti uzorka, tj. utroška radne snage u proveravanju njihove pripadnosti uzorku. S tim u vezi od značaja su sledeće činjenice.

Prvo, kada se radi o odnosu u ukupnoj dužini granice — obima između grupe manjih i grupe većih krugova podjednake ukupne površine, poznato je da je dužina obima manjih krugova veća. No pri tome treba imati u vidu da je, istovremeno, za isto toliko manja ukupna dužina poluprečnika grupe manjih krugova. To znači da se uvećani ukupni obim manjih krugova, a samim tim i broj graničnih stabala, kada se radi o proveravanju pantljkikom njihove pripadnosti uzorku, kompenzira umanjnjem njihovog ukupnog rastojanja od stajališta.

Drugo, sa uvećanjem radijusa probnih krugova granični pojas, u kome se vrši proveravanje pripadnosti uzorka ivičnih stabala se objektivno proširuje i to u istom odnosu, (sl. 4) tako da je ukupan bilans u pogledu utroška rada sa graničnim stablima, pa samim tim i efikasnosti uzorka povoljniji kod manjih probnih krugova.



Slika 4.

- $b_k$  — „kritična“ širina trake na relaskopu,  
 $B_{k1}$  i  $B_{k2}$  — „kritične“ širine debala stabala 1 i 2  
 $G_1$  i  $G_2$  — širine graničnih pojaseva stabala 1 i 2  
 $R_1$  i  $R_2$  — granična odstojanja stabala 1 i 2

Upoređivanjem RKK uzorka na jednom stajalištu uz primenjeni faktor temeljnice 4 i faksimim krugom radijusa 7,5 cm ( $F = 4/30$  cm) sa klasičnim uzorkom na jednom probnom krugu, iste ukupne temeljnice, pri istoj konstantnoj širini graničnog pojasa i u istim uslovima tipičnih prebirnih sastojina, konstatovan je manji ukupni broj graničnih stabala kod RKK uzorka za 29—40%, zavisno od koeficijenta opadajuće raspodele, dok je njihov procenat, u odnosu na ukupan broj stabala uzorka, nešto veći.

No, ukoliko se poče od činjenice da se granični pojas, u kome treba vršiti proveru pripadnosti uzorku ivičnih stabala, praktično širi i to srazmerno uvećanju radijusa probnog kruga, razlika između upoređivanih uzoraka je još veća. Tako, ako granični pojas uvek čini 1/3 površine probnog kruga, uz iste ostale gore pomenute uslove, broj graničnih stabala jedinice RKK uzorka ( $F = 4/30$  cm) se kreće od 3,90 do 4,33, a kod klasičnog uzorka od 7,06 do 7,30.

Na kraju, nezavisno od ovih objektivnih merila i relacija, kada se radi o delu RKK uzorka izvan konstantnog probnog kruga treba imati u vidu već pomenuto, da broj stabala, čija se pripadnost uzorku ne može pouzdano odrediti relaskopom, sačinjava samo 4% od njihovog ukupnog broja u uzorku. S obzirom da se broj stabala čija se seleckija u RKK uzorak određuje WZP postupkom, uz primenjeni faktor temeljnice 4, kreće od 3 do 7, odnosno prosečno 5 stabala po stajalištu, ispada da jedno proveravanje pantljikom pripadnosti graničnog stabla uzorku izvan fiksnog kruga, dolazi u proseku tek na svako peto stajalište. Što se tiče graničnih stabala na fiksnom probnom krugu radijusa 7,5 m. njihov mali broj,

zbog izuzimanja stabala jačih prsnih prečnika s jedne i suženosti graničnog pojasa s druge strane, kao i blizina stajališu, čine da je njihov negativni uticaj na efikasost RKK uzorka zaista minimalan. Naravno, ukoliko ne dolazi do grubih grešaka subjektivne prirode, ali to je opštevažeci uslov za sve metode uzorka.

### 3.5. Istraživanje optimalne šeme punktova probnih površina uzoraka

Za istraživanje u ovom radu RKK uzorke usvojen je raspored u paralelnim nizovima. Rastojanje u nizu između susednih jedinica snimaka (stajališta) je konstantno i iznosi 60 m, a između pravaca (nizova) varira između 100 i 200 m, zavisno od intenziteta snimanja. To je u osnovi objektivno i sistematski raspored, s tim što manje ili više odstupa od potpuno ravnog, po kvadratnoj šemi.

Istraživanja su pokazala da ovakav raspored, u nizovima, obezbeđuje maksimalnu ekonomičnost. Pre svega zato što je utrošak neproduktivnog radnog vremena u fazi prelaska sa punkta na punkt u odnosu na kvadratni manji za 29—55%, zavisno od rastojanja između pravaca a u granicama od 100 do 200 m. Drugo i što je još važnije, realizovanje na terenu projektovane šeme punktova u paralelnim nizovima neuporedivo je jednostavnije od kvadratne, jer se praktično svodi na odmeravanje upravnog rastojanja između tih pravaca, prilikom prelaska na sledeći niz, kao i rastojanje između tretiranog i sledećeg punkta u nizu, držeći se određenog pravca (azimuta). Suprotno tome, razvijanje na terenu, kvadratne šeme punktova je veoma zametno i traži veću preciznost, inače dolazi do većih deformacija i neravnornosti u rasporedu. Zbog svega toga u prikupljanju uzoraka sa punktova, raspoređenih po obezbeđenoj pravilnoj kvadratnoj šemi, treba računati sa približno 30—50% manjim učinkom u odnosu na objektivno mogući po lako ostvarljivoj šemi u paralelnim nizovima.

Ne za utvrđivanje ukupne efikasnosti RKK uzoraka, u zavisnosti od načina rasporeda njihovih punktova, potrebno je ustanoviti na neki način i njihovu drugu komponentu — reprezentativnost. Naime, pri istom broju punktova i istoj veličini jedinica uzoraka, maksimalnu reprezentativnost obezbeđuje uzorak prikupljen po kvadratnoj šemi, koja potpuno ravnomerno prekriva površinu sastojine. Treba istražiti zaostajanje u tome RKK uzoraka u nizovima, čija je razlika samo u rasporedu, koji, zavisno od gustine, manje ili više odstupa od potpuno ravnog kvadratnog.

U istraživanjima ovakve vrste pošlo se od poznatog pravila u teoriji uzoraka o razlaganju ukupnog zbira kvadratnih odtupanja od aritmetičke sredine jedinica uzoraka (odnosno proizvoda iz varijanse i broja stupnjeva slobode) na zbir pomenutih odtupanja elementarnih jedinica uzoraka unutar složenih jedinica uzoraka ( $SQ_{in}$ ) i odtupanja između složenih jedinica uzoraka ( $SQ_{zw}$ ):

$$SQ \text{ ukupno} = SQ_{in} + SQ_{zw} \quad 7)$$

Iz formule 7) proizilazi da je reprezentativnost jednog uzorka utoliko veća, ukoliko su ostvareni veći zbrojevi kvadratnih odstupanja unutar složenih jedinica uzoraka ( $SQ_{in}$ ), odnosno manja odstupanja između njih ( $SQ_{zw}$ ), s obzirom na nepromjenjenost ukupnog njihovog zbira ( $SQ_{ukupno}$ ).

Treba znači ispitati da li su i u kojoj meri kvadratna odstupanja između elementarnih jedinica uzoraka sa rasporedom u nizu, odnosno na međusobnom rastojanju od 60 cm. manja u odnosu na nešto veće međusobno rastojanje, koje se ostvaruje u kvadratnom rasporedu, a što bi značilo i njihovu manju reprezentativnost. Pošlo se od logične pretpostavke, da se razlike u vrednosti obeležja između susednih jedinica uzoraka, svakako, umanjuju po osnovi prostornog približavanja, odnosno grupisanja u nizovima. Pitanje je samo u kojoj se meri rastojanjem od 60 m. u nizu omogućava ispoljavanje razlika u vrednosti procenjivanog obeležja (zapremine) i koliko se u tome zaostaje za nešto većim rastojanjem, ostvarenim u kvadratnom rasporedu punktova.

U ovu svrhu pristupilo se formiranju, u okviru istog kolektiva — sastojine uzoraka od po dve jedinice i to na tri načina u pogledu međusobnog rastojanja: na 60 m, na 120 m. i sasvim udaljenih. Dobijene vrednosti varijansi zapremine pomenute tri vrste uzoraka u okviru istog kolektiva izražavaju njihovu reprezentativnost, koja je tim veća, što su varijanse manje (tablica 1).

Tablica 1.

VARIJANSE UZORAKA ZAPREMINE, SASTAVLJENIH OD SLOŽENIH JEDINICA — PO DVE ELEMENTARNE NA RAZLIČITOM MEĐUSOBNOM RASTOJANJU

	Varijanse uzoraka zapremine sastavljenih od složenih jedinica — po dve elementarne na rastojanju			Odnosi između varijansi		
	60 m.	120 m.	udaljene	2:4	3:4	2:3
	2	3	4	5	6	7
7/Ia	47.901 (d. f. = 18)	44.749 (d. f. = 18)	41.555 (d. f. = 18)	1,153 (15,3%)	1,077 (7,7%)	1,0704 (7,0%)
22 a	30.397 (d. f. = 24)	29.551 (d. f. = 24)	28.537 (d. f. = 26)	1,065 (6,5%)	1,036 (3,6%)	1,028 (7,8%)

Dobijene vrednosti varijansi uzoraka iz složenih jedinica (tablica 1) potvrdile su u potpunosti pretpostavku o umanjenoj reprezentativnosti uzoraka po osnovi grupisanja, odnosno međusobnog približavanja njihovih punktova (elementarnih jedinica). No, istovremeno, ove vrednosti na indirektan način pokazuju, da su i kod rastojanja punktova od 60 m. (u nizu) razlike u procenjivanom obeležju (zapremini) u dovoljnoj meri osigurane i da u uslovima sastojina 7/Ia i 22 a veoma malo (7,0%, odnosno 2,8%)

doprinosu uvećanju varijanse, u poređenju sa varijansom uzorka, čiji se raspored punktova zasniva na rastojanju od 120 m. Ovo uvećanje varijansi RKK uzorka sa rasporedom u nizu je, svakako, još manje u odnosu na odgovarajući kvadratni raspored, s obzirom da se ovde rastojanje između punktova kreće od 77,5 do 109,5 m., odnosno znatno maje od upoređivanog rasporeda, sa razmakom od 120 m. Prema tome, na osnovu obrađenih primera, u inače veoma nehomogenim sastojinama 7/Ia i 22a, proizilazi da se predloženim rasporedom punktova u nizu reprezentativnost RKK uzoraka, u odnosu na odgovarajući kvadratni, u uslovima raznodobnih sastojina, veoma malo umanjuje. No imajući u vidu da je ustanovljeni učinak na prikupljanju RKK uzoraka sa rasporedom u nizovima, u poređenju sa odgovarajućim kvadratnim, veći za 36%, to je i njegova efikasnost veća, za približno 30%, odnosno za razliku između uvećanog radnog učinka (36%) i uvećane varijanse.

#### 4. VARIJABILITET I PRECIZNOST RKK UZORAKA

##### 4.1. Varijabilitet broja stabala i zapremine RKK uzoraka u raznodobnim sastojinama

Ova istraživanja su obavljena u 6 raznodobnih i približno prebirnih bukovich i bukovo-jelovih sastojina i to: 7/Ia, 22a i 13 IIa/ g. j. „Goč — Gvoz-dac“/, 74a/g. j. „Nadžak — Bilo“/, 27a /g.j. „Makovnik“/ i 90a / g. j. „Klekovica“/.

Debljinska struktura ovih sastojina je prikazana grafički na sl. 5.

Podaci o sastojinama, RKK uzorcima i proceni daju se u tablici 2.

Tablica 2.

#### PROCENA BROJA STABALA I ZAPREMINE 6 RAZNODOBNIH SASTOJINA NA OSNOVU UZORAKA RELASKOPSKIH KONCENTRIČNIH KRUGOVA (RKK)

	S a s t o j i n a					
	7/Ia	22a	74a	27a	13/IIa	90a
1	2	3	4	5	6	7
1. Sastojina						
— Površina (ha)	17,72	19,42	40,53	32,42	20,91	28,50
— Broj stabala na 1 ha						
— do 30 cm	410	214	190		89	218
— do 40 cm				370		
— preko 30 cm	158	121	117		121	136
— preko 40 cm				66		

	1	2	3	4	5	6	7
— Zapremina po ha							
— do 30 cm		114	51	44		32	50
— do 40 cm					90		
— preko 30 cm		375	239	234		280	290
— preko 40 cm					202		
2. RKK uzorak-ukupni							
— Broj stajališta		42	54	40	33	22	24
— Prosečan broj stabala uzorka na 1 stajalištu		13,5	9,2	8,0	15,8	13,4	8,5
— varijacioni koeficijent broja stabala (c ‰)		47,6	51,2	40,0	33,5	49,1	50,1
— varijacioni koeficijent zapremine (c ‰)		31,4	40,9	29,7	31,1	30,2	35,9
— greška procene broja stabala u ‰ (P = 95%)		14,8	14,0	12,8	11,8	21,7	21,2
— greške procene zapremine u ‰ (P = 95%)		9,8	11,2	9,5	11,0	13,3	15,2
2. 1. PK uzorak, za stabla do 30 cm— (u 27a do 40 cm)							
— poluprečnik probnog kruga (R) u m.		7,5	7,5	7,5	10,0	10,6	7,5
— prosečan broj stabala uzorka na 1 stajalištu		7,2	4,6	3,3	11,6	3,1	3,7
— varijacioni koeficijent broja stabala (c ‰)		69,9	71,3	56,7	40,4	88,6	77,5
— varijacioni koeficijent zapremine (c ‰)		70,6	87,2	53,8	42,5	85,4	69,7
2. 2. WZP uzorak, za stabla preko 30 cm (u 27a preko 40 cm):							
— primenjeni faktor temeljnice (F)		4	4	4	4	2	4

	1	2	3	4	5	6	7
— Prosečan broj stabala uzorka na 1 stajalištu		6,3	4,6	4,7	4,2	10,3	4,8
— varijacioni koeficijent broja stabala (c %)		43,1	49,8	46,2	55,4	42,8	53,7
— varijacioni koeficijent temeljnice (c %)		41,9	43,0	36,5	45,9	31,1	43,0
— varijacioni koeficijent zapremine (c %)		42,5	43,1	37,0	46,6	33,3	43,6

Podaci iz tabele 2) ukazuju na osnovna svojstva RKK uzoraka i na način njihove optimalne primene, imajući u vidu debljinsku strukturu i gustinu sastojine.

Prvo, varijabilitet broja stabala sastojine u RKK uzorku, je u poređenju sa varijabilitetom zapremine, redovno veći, a što takođe dolazi do izražaja u delu RKK uzorka, sa selekcijom stabala na WZP principu.

Drugo, u delu RKK uzorka na fiksnom krugu (PK), varijabilitet broja stabala je manji od varijabiliteta zapremine.

Treće, u gušćim sastojinama, sa opadajućom raspodelom stabala i u kojima gornja granica prsnih prečnika prelazi znatno 50 cm primena faktora temeljnice 4 i fiksnog kruga poluprečnika od 7,5 m daju dobre rezultate.

Četvrto, u sastojinama sa pojačanim učešćem u strukturi stabala jačih debljinskih kategorija, a na račun umanjene zastupljenosti tanjih stabala, treba primeniti faktor temeljnice 4, a fiksnim krugom obuhvatiti stabla do 40 cm.

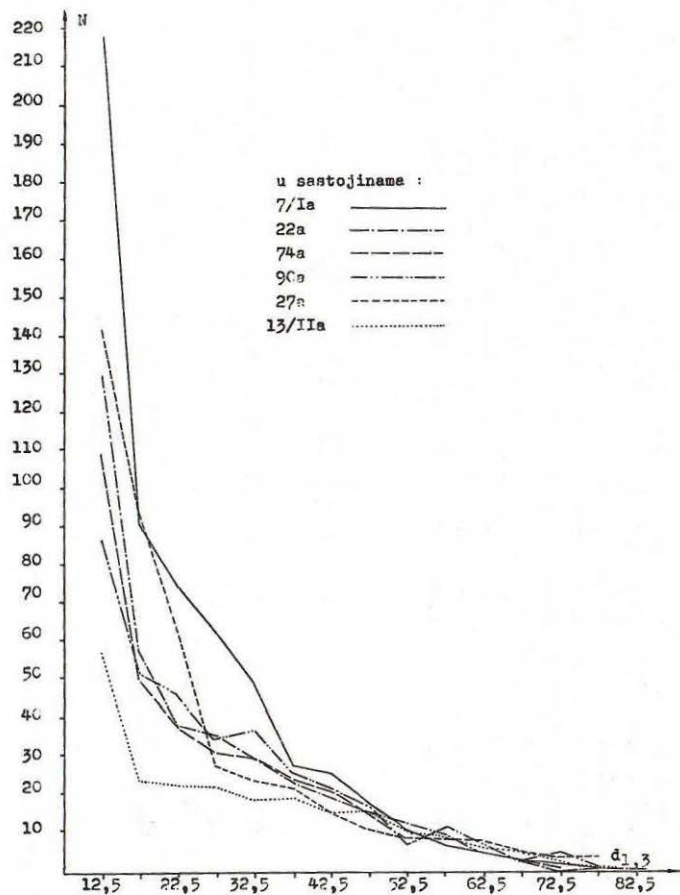
Peto, u sastojinama bez, ili sa veoma malim brojem stabala iznad 50 cm, a pogotovu ako se radi o proređenim sastojinama treba primeniti faktor temeljnice 2, čime se automatski uvećava i poluprečnik fiksnog kruga za stabla do 30 cm na 10,61 m.

#### 4.2. Varijabilitet RKK uzoraka broja stabala (i zapremine) po debljinskim stepenima

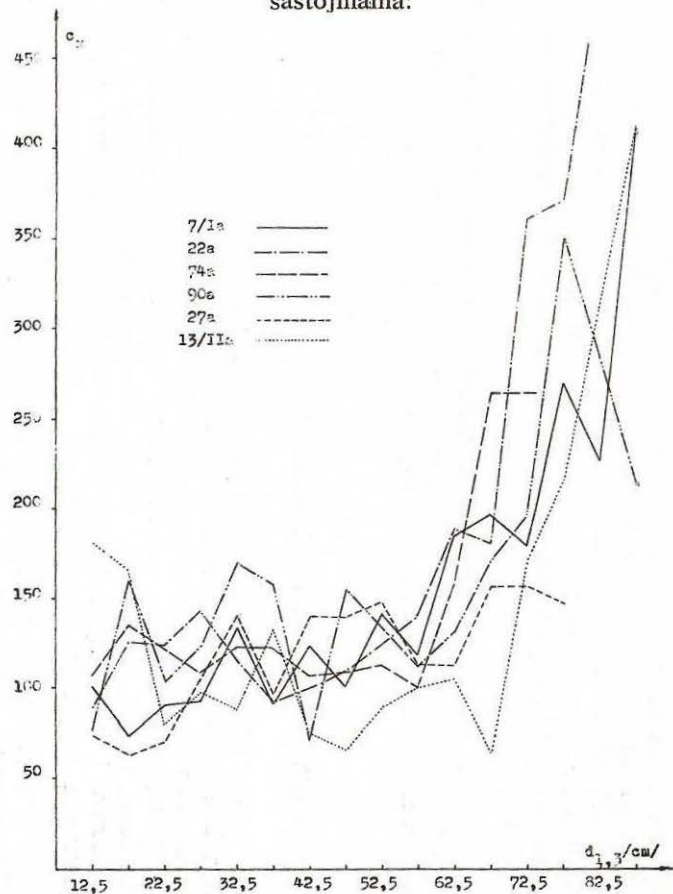
Na sl. 6 su prikazani grafički varijacioni koeficijenti broja stabala (i zapremine) po debljinskim stepenima RKK uzoraka, primenjenih u proceni inventara 6 raznodobnih sastojina.

I pored izraženih oscilacija vrednosti varijacionih koeficijenata između susednih debljinskih stepena svake pojedinačne sastojine i što je normalno, s obzirom na veoma mali prosečan broj stabala zahvaće-

Sl. 5. Distribucija broja stabala po debljinskim stepenima



Sl. 6. Varijacioni koeficijenti ( $C_x\%$ ) RKK uzoraka broja stabala (i zapremine) po debljinskim stepenima u sastojinama:



nih premerom sa jednog stajališta, može se sa sigurnošću konstatovati njihova ukupna ravnomernost, počev od taksacione granice pa sve do približno 60 cm. To znači da se u ovim granicama, pri projektovanoj strukturi RKK uzoraka, može računati na postizanje ujednačene preciznosti procene po debljinskim stepenima, što je i bio cilj, pa su sa tog stanovišta RKK uzorci, sudeći prema podacima iz 6 raznodobnih sastojina, u potpunosti prihvatljivi.

Naglo uvećanje varijacionih koeficijenata debljinskih stepena iznad 60 cm je posledica veoma malog broja stabala u uzorku, odnosno njihove još daleko manje relativne zastupljenosti u strukturi sastojine.

#### 4.3. Analiza preciznosti RKK uzoraka

Deo RKK uzorka za tanka stabla, prikupljen na fiksnom krugu, ima klasični karakter i za ustanovljeni varijabilitet broja stabala i zapremine, odnosno tačnost procene, postoje već poznata merila. Druga je, međutim, stvar u svemu tome za ostali, pretežni deo inventara, obuhvaćen uzorkom, u koji se selekcija stabala obavlja na WZP principu i čije specifičnosti i neke dijametralne razlike od klasičnog uzorka nalažu nov pristup i drugačija rasuđivanja.

U razmatranju uticaja pogrešaka zaokruživanja prečnika na tačnost WZP uzoraka (poglavlje 3.3.) došlo se do konstatacije da WZP uzorak temeljnice na 1 ha ne podleže pogrešci ovakve vrste, a po osnovi eliminacije uticaja prečnika uzorkom zahvaćenih stabala na visinu temeljnice po hektaru, koja, u okviru primenjenog istog faktora temeljnice, predstavlja funkciju broja uzorkom zahvaćenih stabala. Ovi odnosi, kao što je poznato, važe sasvim podjednako i u okviru širih debljinskih kategorija, pa i sastojinu u celini, tako da WZP uzorak zapremine sadrži samo dve varijable: temeljnicu po hektaru, čiji je izraz broj uzorkom zahvaćenih stabala i obliko-visinu, za razliku od klasičnog uzorka zapremine po hektaru, čiji varijabilitet određuju tri promenljive veličine: broj, temeljnica i obliko-visine zahvaćenih stabala, tako da je po Zakonu gomilanja grešaka varijacioni koeficijent klasičnog uzorka zapremine ( $Cv_k$ ):

$$Cv_k = \pm \sqrt{C_N^2 + C_{g_s}^2 + C_{hf_s}^2} \quad 8)$$

( $C_N$  — varijacioni koeficijent broja stabala,

$C_{g_s}$  — varijacioni koeficijent temeljnice srednjeg stabla,

$C_{hf_s}$  — varijacioni koeficijent obliko-visine srednjeg stabla).

što znači da je po pravilu veći od varijacionog koeficijenta sadržanog uzorka broja stabala. U delu RKK uzorka za tanka stabla, sa fiksnog kruga (PK), pomenuti odnos je takođe došao do izražaja (tablica 2).

Visina, pak, varijacionog koeficijenta WZP uzorka zapremine sastojine, ili grupe debljinskih stepena ( $C_{v_r}$ ), kao proizvoda iz temeljnice po hektaru i obliko-visine sastojine ( $V/ha = G/ha \cdot hf_s$ ), prema gore pomenutom Zakonu gomilanja grešaka, je:

$$C_{v_r} = \pm \sqrt{C_{G/ha}^2 + C_{hf_s}^2} \quad 9)$$

( $C_{G/ha}$  — varijacioni koeficijent temeljnice po hektaru,

$C_{hf_s}$  — varijacioni koeficijent obliko-visine sastojine).

Iz formula 8) i 9) proizilazi da u uslovima približne veličine jedinica WZP i klasičnog uzorka zapremine, a s obzirom na podudarnost zadnjeg člana formule ( $C_{hf_s}^2$ ) se može računati da će varijabilitet WZP uzorka, u poređenju sa klasičnim, biti po pravilu manji.

Primer. Sastojina 90a (iz tablice 2) je procenjena i na bazi paralelno prikupljenog i statistički obrađenog uzorka primernih pruga. Podaci o uzorku i dobijenim rezultatima se daju u tablici 3.

Tablica 3.

PODACI O UZORKU PRIMERNIH PRUGA U SASTOJINI 90a (g. j. „KLEKOVICA”)

Elementi uzorka	Za deo sastojine do 30 cm	Za deo sastojine preko 30 cm	Za sastojinu
1. Broj probnih površina	26	26	26
2. Prosečna veličina probne površine (ari)	5,34	5,34	5,34
3. Prosečan broj stabala na probnoj površini	11,6	7,3	18,9
4. Varijacioni koeficijent uzorka broja stabala	50,1	50,2	39,0
5. Varijacioni koeficijent uzorka zapremine	51,7	49,0	44,4
6. Greška procene broja stabala u % ( $P = 95\%$ )	20,2	20,3	15,8
7. Greška procene zapremine u % ( $P = 95\%$ )	20,9	19,8	17,9

Upoređivanjem rezultata iz tablice 3) sa odgovarajućim iz tablice 2), za sastojinu 90a, uočava se pre svega da je, u poređenju sa RKK uzorkom (tablica 2), koeficijent varijacije uzorka zapremine sa primernih pruga (tablica 3) cele sastojine znatno veći (44,4% prema 35,9%), dok je obrnuto, kada se radi o varijabilitetu ukupnog broja stabala (39,0% prema 50,1%). Dalje, varijacioni koeficijent WZP uzorka temeljnice po hek-

taru za stabla iznad 30 cm iznosi 43,0% (tabela 2), pri srednjem broju stabala uzorka od 4,8, dok je za uzorak broja stabala sa primernih pruga 50,2% (tabela 3), iako je broj stabala jedinice uzorka znatno veći (7,3).

Pomenuti manji intenzitet variranja u delu sastojine iznad 30 cm jedinica WZP uzorka temeljnica po ha u odnosu na uzorak broja stabala klasičnog uzorka, pri istom, pa čak i manjem broju stabala u WZP uzorku, kao i činjenica da na varijabilitet WZP uzorka zapremine, za razliku od klasičnog, nema uticaja temeljnica (formule 8) i 9), su objašnjenje manjeg varijabiliteta WZP uzorka zapremine (tabele 2 i 3).

U objašnjenju redovno većeg varijabiliteta broja stabala u odnosu na zapreminu istog WZP uzorka (tablica 2) se mora takođe poći od već pomenute činjenice, da se WZP uzorak broja stabala ne prikuplja neposredno, već je to izvedena veličina, odnosno proizvod iz uzorka temeljnica po hektaru i faktora srednjeg stabla:

$$N/ha = G/ha \cdot \frac{1}{g_s} = G/ha \cdot F_{t_s} \quad 10)$$

tako da se visina varijacionog koeficijenta ( $C_N$ ) uzorka broja stabala može odrediti na sledeći način:

$$C_N = \pm \sqrt{C_{G/ha}^2 + C_{F_{t_s}}^2} \quad 11)$$

( $C_{G/ha}$  — varijacioni koeficijent WZP uzorka temeljnica po hektaru,

$C_{F_{t_s}}$  — varijacioni koeficijent faktora srednjeg stabla).

U okviru WZP uzoraka, primenjenih u proceni inventara 6 raznodobnih sastojina, visine varijacionih koeficijenata faktora srednjih stabala se kreću u granicama 30 i 45%. Visine, pak, varijacionih koeficijenata obliko-visina ( $C_{hf_s}$  u formuli 9) su znatno niže — između 10 i 20%.

Ako se u formulama 9) i 11), uz pomenute nejednakosti, ima u vidu identičnost prvog člana ( $C_{G/ha}$ ), onda postaje jasno zašto je, u okviru istog WZP uzorka, variranje broja stabala, u odnosu na zapreminu, po pravilu veće. Ovde je ujedno i objašnjenje, zbog čega su i u RKK uzorku, kao celini, visine varijacionih koeficijenata za ukupnu zapreminu redovno niže u odnosu na vrednosti za ukupan broj stabala (tabela 2). No postojeći nesklad između preciznosti procene ukupnog broja stabala i ukupne zapremine bio bi, svakako, još znatno veći, ukoliko bi se odabiranje u uzorak svih stabala iznad taksacione granice obavljalo po WZP principu, kao posledica previsokog variranja broja stabala tankih debljinskih stepena, odnosno u zoni njihove pretežne zastupljenosti.

Na kraju, a u skladu sa izloženim u ovom i poglavlju 3.3), treba reći, da se visine varijacionih koeficijenata broja stabala RKK uzoraka po debljinskim stepenima (sl. 6) teorijski ne mogu smatrati identičnim i za zapreminu, s obzirom na uticaj grešaka zaokružavanja prečnika. Tako, u delu sastojine do 30 cm. (u 27a do 40 cm) varijabilitet zapremine je nešto veći, a u delu procenjenom na osnovu WZP uzorka neznatno manji.

## 5. EKONOMIČNOST RKK UZORAKA

Pod ekonomičnošću uzorka se podrazumeva utrošak finansijskih sredstava na njegovom prikupljanju.

Naravno, da ostvarljiva ekonomičnost određene metode uzoraka može biti prihvaćena samo u kontekstu njene efikasnosti, kao zbir postignute tačnosti i ekonomičnosti. Saglasno tome, sva poređenja u ekonomičnosti između istraživanih u ovom radu i uobičajenih, klasičnih uzoraka, su obavljena na nivou postignute iste preciznosti procene ukupne zapremine sastojine. Ostavljena je po strani činjenica, da kod klasičnih uzoraka jaki i naročito najjači debljinski stepeni, u odnosu na srednje, a pogotovu najtanje, redovno i osetno zaostaju u tačnosti procene, dok su u okviru RKK, uzoraka, primenom WZP postupka u selekciji stabala, favorizovani na račun tanjih, čime je pomenuti nesklad, redovno prisutan u klasičnim uzorcima, znatno umanjen.

U ovom radu su obavljena poređenja u ekonomičnosti između RKK uzoraka i uzoraka primernih pruga, na nivou postignute iste tačnosti procene zapremine sastojine, uz tolerisanje greške uzorka od  $\pm 10\%$ , sa 95-procentnom verovatnoćom njenog neprekoračenja.

Obim, odnosno broj elemenata uzorka ( $n$ ) za ostvarenje postavljenog nivoa tačnosti procene, određivan je po poznatoj formuli:

$$n = \frac{t^2 \cdot C_x^2}{m^2\%} \quad (12)$$

( $t$  — vrednost iz tabele za  $t$  — raspedelu,

$C_x$  — varijacioni koeficijent,

$m\%$  — planirana procentualna greška uzorka ukupne zapremine).

Koštanje radne sage ( $K$ ) na prikupljanju uzorka u potrebnom obimu ( $n$  iz formule 12) rezultira iz prosečne radne norme u jedinici vremena ( $n_1$ ) angažovane ekipe:

$$K = \frac{n}{n_1} K_1 \quad (13)$$

( $K_1$  — koštanje ekipe u jedinici vremena).

Na kraju, odnos na ovaj način određenih koštanja radne snage u prikupljanju elemenata upoređivanih uzoraka zapremine, je njihov odnos u efikasnosti ( $E_r$ ):

$$E_r = \frac{K_2}{K_1} \quad (14)$$

( $K_1$  — troškovi prikupljanja RKK uzoraka,

$K_2$  — troškovi prikupljanja uzoraka primernih pruga).

Prema rezultatima probnih snimanja u sastojini 90a (g. j. „Klekovica“) uzorak zapremine relaskopskih koncentričnih krugova (RKK), uz primenu faktora temeljnice 4 i fiksnog kruga poluprečnika 7,5 m je, u poređenju sa paralelnim uzorkom primernih pruga širine 10 m, a prema podacima Zavoda za uređivanje šuma iz Beograda o koštanju radne snage, ekonomičniji, odnosno efikasniji za čitavih 92%. No to je izolovan slučaj. U prosečnim uslovima raznodobnih sastojina, za primenu uzoraka primernih pruga, manje nepovoljnim od postojećih u tretiranoj sastojini 90 a, prednost u ekonomičnosti je manje izražena, a u granicama čiju širinu, pored sastava ekipa, radnog učinka i postignute tačnosti procene, određuje i odnos u koštanju rada taksatora i radnika. U osnovnim pokazateljima odnos između RKK uzoraka i uzoraka primernih je sledeći:

— sastave ekipe za prikupljanje RKK uzoraka čine taksator i dva radnika, a kod „polaganja“ primernih pruga taksator i četiri radnika,

— radni učinak na prikupljanju uzoraka, izražen površinom tretirane sastojine, približno je isti,

— tačnost procene ukupne zapremine na osnovu RKK uzoraka redovno je veća i ta razlika, koju potencira pojačano učešće u strukturi stabala iznad 50 cm. prsnog prečnika, iznosi i do 20%.

#### LITERATURA

- Anučin N. P.: Lesnaja taksacija, Gosljesbum — izdat, Moskva, Lenjingrad, 1960.
- Anučin N. P.: Novij metod taksaciji ljesa, Puškino, 1962.
- Barrett J. P., Nevers H. P.: Slope Correction when Point — Sampling, Journ. For. March 1967.
- Beers T. W., Miller C. I.: Poing Sampling: Research Results Theory and Applications, R. B. No. 786, 1964.
- Bitterlich W.: Die Winkelzählprobe, F. C. Werfen, 1952.
- Bitterlich W.: Die Winkelzählmessung, Salzburg, 1952.
- Bitterlich W.: Theoretische Grundgedanken um die Winkelzählprobe, A. F., Wien, 1972.
- Bitterlich W.: Das Spiegel — Relaskop O. F. u H. 1., 1952.
- Bitterlich W.: Die Entwicklung der Winkelzählprobe, A. F. F. 2., 1960.
- Bitterlich W.: Was ist die „Hirata-Höhe“? A. F-ung 21—22, 1956.
- Bitterlich W.: Relaskop mit Breitskala A. F-ung, 5—6, 1962.
- Braun R.: Austrijska inventarizacija šuma (prevoz sa nemačkog), Beograd, 1971.
- Bruce D.: A New Way to Look at Trees, J. of F. 3, 1955.
- Frauentorfer, R.: Planung und Durchführung von Stichprobenahmen, Wien und München, 1956.
- Grosenbaugh L. R.: The Gains From Sample — Tree Selection With Unequal Probabilities, Journ For, 1967.
- Hobbelstad K.: Estimation of Volume and Increment When the Sample Trees are Selected Proportionally to the Basal Area, Norwegian Forest Research Institute, As, 1975.

- Ivanjuta V. M.: Ljesnoj metr, Lesnik i objezdčik, 12, 1959;
- Ivanjuta V. M.: Prostejšij pribor dlja opredeljenij, Zapasa nasaždenij, L. ch. 3, 1962.
- Klepac D.: Uređivanje šuma, Zagreb, 1965.
- Lukić N.: Izmjera jednodobnih sastojina primjenom uzoraka promjenljive vjerojatnosti selekcije, Magistarski rad, Zagreb, 1983. godine.
- Matić, V.: O planiranjima i o snimanjima u okviru uređivanja šuma, Sarajevo, 1965.
- Milin Ž.: Jedan novi metod za određivanje prinosa čistih visokih bukovih šuma pri primeni grupimičnog gazdovanja (Materijal sa simpozijuma povodom proslave 50 godišnjice osnivanja i rada Šumarskog fakulteta), Beograd, 1972.
- Mirković, D.: Dendrometrija, Beograd, 1971.
- Obradović, S., Sentić, M.: Osnovi statističke analize, Beograd, 1967.
- Pardé, J.: Dendrométrie, Nancy, 1961.
- Pranjić, A.: Dendrometrija, Zagreb, 1977.
- Prodan, M.: Forstliche Biometrie BLV Verlagsgesellschaft, München — Bonn — Wien, 1961.
- Prodan, M.: Punktstichprobe in der Forsteinrichtung, Freiburg, 1970.
- Snedecor, G., Cochran, W.: Statistički metodi, (prevod sa engleskog), Beograd, 1971.
- Stojanović, O., Drinić, P.: Istraživanje veličine koncentričnih kružnih površina za taksacionu procjenu šuma, Referat na Simpozijumu IUFRO, Beograd, 1974.
- Stojanović, O.: Primjena reprezentativnog metoda pri taksacionoj procjeni šuma „Narodni šumar”, br. 11 12/1964, Sarajevo.
- Stojanović, O.: Savremena inventarizacija šuma zahteva i savremeniju koncepciju dendrometrije „Narodni šumar”, br. 34, 1963.
- Stojanović, O.: Statističke metode o naučnoistraživačkom radu i u praksi šumarstva, „Narodni šumar”, br. 10—12/1962, Sarajevo.
- Šmelko, Š.: Stand und Weiterentwicklung der Waldinventurmethode in der CSSR, Zvolen, 1969.
- Šmelko, Š.: Beitrag zur Methodik der Ermittlung von Bestandesvorräten Mittels Winkelzählprobe, Zvolen, 1968.
- Šmelko, Š.: Matematičko statistička inventarizacija zasob lesnyh porastov, Bratislava, 1968.
- Todorović, D.: Jedan novi način primene relaskopske (Bitterlich-ove) metode sa faktorom 4 kod procene broja stabala i drvne mase u raznodobnim sastojinama, Referat na Simpozijumu IUFRO, Beograd, 1974.
- Todorović, D.: Mogućnost primjene jedne dopunjene varijante Bitterlich-ove metode u radovima uređivanja šuma, Bilten Poslovnog udruženja šum. privr. organizacija, Zagreb, 1974.
- Todorović, D.: Uticaj variranja broja stabala po debljinskim stepenima osnovnih probnih površina na tačnost određivanja drvne mase raznodobnih sastojina, Magistarski rad, Beograd, 1977.
- Wenk, G.: Theoretische Grundlagen der Winkelzählmethode, Berlin, 1965.
- Wenk, G.: Die Ermittlung des Holzvorrates durch optische Linientaxation A. f. F. 6, 1962.
- Zöhrer, F.: Fundamentale Stichproben-konzepte der Forstinventur, I, München, 1978.
- Zöhrer, F.: Der Prüfbereich bei Winkelzahlproben, Allg Forstztg, 1977.

# ACCURACY AND ECONOMY OF INVENTORY OF UNEVEN-AGE STANDS, ON THE BASIS OF RELASCOPIIC CONCENTRIC CIRCLE SAMPLES

## Summary

In the article the efficiency of relascope concentric circle samples (abbrev. RCC sample) was studied. Selection of bigger diameter trees, usually above 30 cm, in RCC sample was proportional to tree basal area, according to Bitterlich's method (Winkelzählprobe, abbrev. WZP). The remaining thinner trees were brought into sample from the same circle, which size was proportional to the basal area of the thinnest tree of WZP point sample.

In the introductory part were exposed the principle of probability proportional to size point and technical advantages of application of constant, instead of variable horizontal angle, in the case of one tree species sample, on one standing-place.

In the first part (Chapter 3.) the WZP samples were analysed from the point of view of possibilities, conditions and ways of their optimum application in evaluation of unevenage stands (selection stands).

In the Chapter 3.1. was proposed a practical way of precise establishing and regulation of the size of horizontal angle, with the objective to eliminate systematic errors of the instrument and of the whole WZP procedure. The author analyses the technical characteristics and accuracy of both relascope and prism, giving the preference to relascope, as more precise instrument.

It was established in the Chapter 3.2. and very positively judged the relationship between the size and relascope (WZP) circles and typical distributions of tree numbers, according to diameter degrees of selection stands. Also optimum sizes of the horizontal constant angle were preliminary examined, resp. basal area factors, for application in evaluation of selected stands inventory.

In the Chapter 3.3. WZP procedure was studied from the point of view of the error of tree grouping in diameter degrees of 5 cm. The author has found out that this error by WZP volume sample is much smaller than by „classical“ volume sample, taken on the same superficies for all diameter degrees.

In the Chapter 3.4. the influence of borderline trees on the accuracy and economy of RCC samples was studied. It was found out that the RCC samples, compared with the „classical“ samples of equivalent basal areas, contain a smaller number of borderline trees and that less time was needed for checking their belonging to the sample.

In the Chapter 3.5. there was analysed the spacial point distribution of RCC samples — in parallel lines, which distance was bigger than the distance between two points in the line. The author considers that such distribution, in comparison with square one, offers a higher efficiency of the sample.

In the second part of the paper (Chapters 4. and 5.) the accuracy and economy of RCC samples in evaluation of selection stands were studied.

In the Chapter 4.1 it was concluded that the basal area factor 4 permits optimum application of RCC samples in the normal selection stands. In thinned stands the basal area factor 2 gives better results.

The accuracy of RCC samples by diameter degrees was studied in the Chapter 4.2. It was found out that the application of RCC samples gives very approximate evaluation, starting with diameter degree of 10 cm up to 60 cm.

In the Chapter 4.3. the accuracy of RCC samples was compared with the samples from common superficies for all diameter degrees. It was proved that the RCC samples give a better accuracy in total volume evaluation, especially by trees belonging to higher diameter degrees. The RCC samples are less precise in evaluation of the total tree number, especially by thinner trees. Also in WZP sample the accuracy in evaluation of the total tree number falls behind the volume evaluation. The author explains it by peculiarity of WZP samples.

In the Chapter 5 the RCC samples were compared with the samples collected on test-strips 10 m wide with regard to the economy and efficiency. The elements of higher efficiency of the RCC volume samples are:

- possibility of sampling with two workers,
- less expressed variability.

M. J.



**PROIZVODNJA HRASTA U KONTEJNERIMA I OZILJAVANJEM**

