

DVOULAZNE TABLICE OBUJAMA STABALA JELE U GOSPODARSKOJ JEDINICI "BELEVINA", GORSKI KOTAR

DOUBLE-ENTRY TABLES OF VOLUME OF FIR TREES FROM FOREST MANAGEMENT UNIT "BELEVINA", GORSKI KOTAR

Marijan ŠUŠNJAR*, Nikola LUKIĆ**

SAŽETAK: Rad prikazuje rezultate istraživanja razlika između obujama stabala jela u gospodarskoj jedinici "Belevine" s obujmima stabala prema tablicama Schuberga (1891) i Špiranca (1976). Osnovu istraživanja predstavlja uzorak od 1.404 stabla jela koja su posjećena u redovnoj sjeći etata ophodnjice. Sekcioniranje stabla u svrhu preciznog utvrđivanja obujma krupnog drva (do 7 cm) stabla s korom provedeno je na svim stablima uzorka. Obujam stabala do 7 cm promjera s korom prikazan je dvoulaznim tablicama na temelju izjednačenja podataka obujma stabala Schumacher-Hallovom jednadžbom. Pri usporedbi su utvrđene vrijednosti obujama dvoulaznih tablica za gospodarsku jedinicu "Belevina" veće od obujama prema Špirančevim i Schubergovim dvoulaznim tablicama obujma stabala jela. Korekcija tablica ukazala je na potrebu povećanja obujma za 1,81 % pri primjeni Schubergovih tablica, odnosno 5,56 % pri primjeni Špirančevih tablica.

Ključne riječi: jela, obujam stabala, dvoulazne tablice obujma

UVOD – Introduction

Od početaka organiziranog gospodarenja šumama nailazimo na znanstvena i stručna istraživanja značajki stabala. Mnogi šumarski znanstvenici nastojali su opisati značajke stabla, njihov međusobni utjecaj i prikazati ih određenim vrijednostima.

Za pojedine vrste drveća izrađene su tablice obujama stabala, pri čemu je obujam stabla izražen funkcijom lako mjerljivih veličina stabla – prsnog promjera i visine. Postoje brojne metode izrade tablica, kao što su računska, grafička i nomogramska. Tablice obujma stabala temelje se na osnovnoj misli stabla iste vrste i jednakih prsnih promjera i visina, uzrasla pod približno istim ekološkim uvjetima, a imaju u prosjeku od većeg broja stabala jednaki obujam. Opseg primjena tablica ovisi o različitosti i zemljopisnom položaju sastojina u kojima je izvršena izmjera primjernih stabala. Tako postoje lokalne, regionalne i opće tablice. Točnost tablica se povećava sa brojem primjernih stabala.

Lokalne tablice izrađene na temelju većeg broja primjernih stabala, na određenom području manje površine iskazuju veliku točnost.

Obujam stabala u tablicama može biti prikazan kao ukupni obujam ili obujam ograničenog promjera, sa ili bez kore. U iskorištanju šuma veću važnost imaju tablice obujma do 7 cm promjera, jer predstavljaju obujam krupnog drva stabla iz kojega se izrađuju drvni sortimenti.

Prema broju nezavisnih varijabli u regresijskom modelu, pri izradi tablica razlikujemo jednoulazne tablice (tarife), dvoulazne (drvni gromadne) tablice i višeulazne tablice. Jednoulazne tablice izražavaju obujam srednjeg stabla debljinskog stupnja kao funkciju jedne veličine – obično prsnog promjera. Izrada jednoulaznih tablica temelji se na pretpostavci kako stabla iste vrste drveća, određenog debljinskog stupnja na istom bonitetu teže jednakim visinama. Stoga se pri izradi ovih tablica, ovisno o metodi, koriste visinske krivulje, krivulje obličenog broja, nizovi oblikovisina ili dvoulazne tablice drvnih obujama. U dvoulaznim tablicama obujam je funkcija prsnog promjera i visine stabla.

* Mr. sc. Marijan Šušnjar, Zavod za iskorištanje šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

** Izv. prof. dr. sc. Nikola Lukić, Zavod za uređivanje šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Prve tablice obujma stabala napravio je Cotta za brezu 1804. godine (Pranjić, Lukić 1997).

Schuberg je 1891. godine izradio drvnogromadne tablice glavnih vrsta drveća pomoću primjernih stabala izmijerenih u jednodobnim šumama. Originalne Schubergove tablice sastoje se od četiri tablice za svaku vrstu drveća i to za starosti 21–40 godina, 41–80 godina, 81–120 godina i preko 120 godina starosti. No, kod izrade Šumarskog tehničkog priručnika 1949. godine izdane su modificirane Schubergove tablice, gdje je za svaku vrstu drveća od 4 tablice izrađena jedna tablica. Originalne Shubergove tablice izjednačene su grafički, što zahtijeva velik broj podataka. Izrada tablica obujma stabala jele temeljila se na velikom broju stabala tanjih debljinskih razreda. Schubergove tablice za prsne promjere stabala veće od 50 cm dobivene su ekstrapolacijom, te se stoga njihovom uporabom dobivaju premale vrijednosti kod određivanja obujma debljih stabala.

Emrović (1960a) je izradio dvoulazne tablice obujma za jelu u Gorskem Kotaru na temelju 424 stabla jele na silikatnoj podlozi i 126 stabla jele na vapnenastoj podlozi. Izjednačenje je obavljeno računskim putem, po metodi najmanjih kvadrata uz uporabu Schumacher-Hall-ove funkcije. Usporedbom svojih tablica sa Schubergovim dvoulaznim tablicama obujma stabala jele nalazi znatne razlike. Schubergove tablice daju manje vrijednosti obujma za jelu na silikatnoj podlozi u Gorskem Kotaru, posebice kod stabala s velikim visinama.

Špiranec (1976) je izradio tablice drvnih masa za jelu i smreku na osnovi sekcioniranja 3.844 stabla jele i 750 stabala smreke iz 43 gospodarske jedinice na području 6 šumsko-uredajnih razreda. Izjednačenja obujama stabala obavljao je Schumacher-Hall-ovom jednadžbom. No, Špirančeve tablice prikazuju obujam

stabala do 3 cm promjera. Kasnije su izrađene tablice postotka deblovine u ukupnoj masi stabla, na temelju kojih su izrađene tablice drvnih masa same deblovine (do 7 cm promjera drva). Ustanovio je da ne postoji signifikantna razlika u obujmu stabala jele na silikatnoj i vapnenastoj podlozi. Usporedio je svoje tablice sa Šurićevim i Schubergovim tablicama krupnog drva stabala jele. Šurićeve tablice pokazale su veći obujam kod manjih visina, a manji kod većih visina. Schubergove tablice imaju samo kod prsnih promjera 10 i 20 cm manji obujam od Špirančevih, a kod većih promjera su veći obujmi. Šurićeve tablice imaju konstantno manje obujme stabala od Schubergovih.

Tablice obujma obične jele izradili su Benassi (1973) i Luce (1976) na području Jure.

Benko i dr. (1997, 2000) izradili su volumne tablice alepskog bora i hrasta medunca, i to dvoulazne tablice ukupnog obujma stabala (iznad 3 cm promjera) i obujma krupnog drva (iznad 7 cm promjera) te jednoulazne tablice. Pri izradi dvoulaznih tablica za određivanje obujma stabala primjenjena je Schumacher-Hallovna funkcija. Jednoulazne tablice izrađene su na osnovi parametara dvoulaznih tablica i visinskih krivulja.

Emrović (1960b) pri istraživanju najpodesnijeg oblika funkcije izjednačenja pri izradi dvoulaznih tablica drvnog obujma zaključuje da će se izjednačenje podataka uz što manju standardnu devijaciju oko plohe izjednačenja postići sa što više parametara funkcije. No, kako velik broj parametara funkcije nije praktičan ni ekonomičan, preporučuje Schumacher-Hall-ovu funkciju.

Ispitivanjem regresijskog modela za izjednačenje drvnogromadnih tablica i običnih brojeva bavio se Kružić (1993). Ustanovljuje neprikladnost Schumacher-Hall-ove funkcije za izjednačenje drvnogromadnih tablica, ponajprije kod tankih stabala.

CILJ ISTRAŽIVANJA – Research goal

Cilj istraživanja je usporedba izrađenih lokalnih dvoulaznih tablica obujma stabala jele do 7 cm promjera s korom na području gospodarske jedinice "Belevina", s dvoulaznim tablicama obujma stabala jele koje se koriste u šumarskoj praksi – Schubergovim tablicama (1891) te Špirančevim tablicama (1976). Us-

poredba će sadržavati istraživanje razlika u obujmima stabala između navedenih tablica, koje će kao rezultat istraživanja dati korekcijske koeficijente primjene Schubergovih i Špirančevih tablica na području gospodarske jedinice "Belevina".

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA – Research area

Istraživanje je provedeno u gospodarskoj jedinici "Belevina" Nastavno pokusnoga šumskog objekta Zalesina, Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Ploština gospodarske jedinice iznosi 293,94 ha, a od toga je 283,20 ha obraslo.

Gospodarska jedinica Belevina smještena na blago valovitim padinama prisajne ekspozicije i umjerene in-

klinacije (do 20 %). Nadmorska je visina od 720 m do 870 m. S južne, jugoistočne i jugozapadne strane omeđuje je magistralna cesta Zagreb-Rijeka. Prema Köppenovoj razdiobi objekti se nalaze u klimatskoj zoni C, tj. toplo-umjereni kišnoj klimi, tipa "Cfsbx". Zavisno o podlozi razvila su se acidofilna, duboka, silikatna tla, kao što su podzolna, kisela smeđa i smeđa podzolasta tla.

Gospodarsku jedinicu Belevina prekriva pretežito jelova šuma s rebračom (*Blechno-Abietetum Ht.*) na II bonitetu. Sastojine su mješovite sjemenjače bukve i jеле, visokoga uzgojnoga oblika i prebornoga načina gospodarenja. U omjeru smjese, jela sa smrekom čini 86 % drvnog obujma, a bukva 14 %, dok je prema broju stabala svega 57 % jеле.

Gospodari se na načelu potrajanosti prihoda uz opodnjicu od deset godina i sječivi promjer od 70 cm. Provode se grupimične preborne sječe. Sastojine se na-

laze u stadiju debelih stabala, jer je najveći udio stabala prsnoga promjera iznad 50 cm. Drvna zaliha u gospodarskoj jedinici iznosi 126 500 m³ ili 457,14 m³/ha, od toga na jelu otpada 105 600 m³ ili 382,37 m³/ha. Desetogodišnji etat, određen na temelju odnosa postojeće i optimalne drvne zalihe, dosadašnjega etata, dimenzije zresti, izmijerenoga prirasta, stanja obnove, zdravstvenoga stanja i namjene šuma, približno iznosi 25 000 m³ (na četinjače otpada 23 000 m³). Obujam sanitarno sječe iznosi 2 m³/ha godišnje.

METODE RADA I OBRADA PODATAKA – Research methods and data analysis

Osnovu istraživanja predstavlja uzorak stabala jele posjećenih u redovnoj sjeći etata ophodnjice. Stabla iz sanitarno sječe nisu uzeta u uzorak. Na stablima su prije sječe u dubećem stanju izmjerena dva unakrsna prsna promjera i visina. Stabla su zatim mjerena nakon obaranja i kresanja grana. Izmjerena je duljina (visina) oborenog stabla (od pridanka do najvišeg vršnog pupa) mjernom vrpcom s preciznošću na decimetar.

Sekcioniranje stabla u svrhu preciznog utvrđivanja obujma krupnog drva (do 7 cm) stabla s korom provedeno je na svim stablima uzorka. Deblo stabla razdijeljeno je u sekcije duljine 2,0 m, s time da su završne sekcije debla, rašlj i grana duge najmanje 1,0 m, a najviše 3,0 m. Na svakoj sekciiji mjerena je duljina sekcije (l) s preciznošću decimetra i dva međusobno okomita promjera na sredini duljine sekcije (d_1 i d_2) s preciznošću milimetra.

Podaci mjerena unešeni su iz terenskih obrazaca sekcioniranja u računalne datoteke radi lagane dostupnosti pri obradi podataka. Prvo su u računalo unešeni podaci o prsnom promjeru i visini stabala, koji predstavljaju veličine osnovnih značajki stabla.

Obujam stabla trebalo je metodama dendrometrije izračunati iz podataka mjerena. Izračun ovih veličina obavljen je primjenom računala zbog velike količine podataka.

Za svako stablo unošeni su podaci iz obrazaca sekcioniranja stabla koji prikazuju srednje promjere sekcija s korom (d_1 i d_2) na određenoj udaljenosti od panja

te duljina sekcije (l). Na temelju navedenih podataka pristupa se obračunu podataka, koji obuhvaća izračun:

- srednjeg promjera svake sekciije s korom,
- obujma svake sekciije s korom pomoću Huberove formule u m³ s preciznošću na 3 decimale,
- ukupnog obujma stabla s korom sumiranjem obujma svih sekacija stabla.

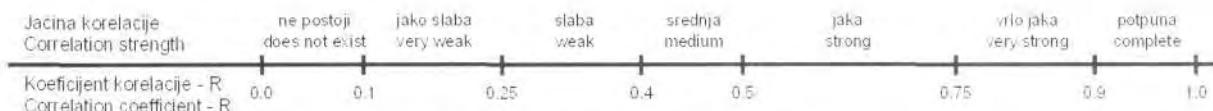
Matematičko-statistička obrada podataka obavljena je uz pomoć osobnog računala, primjenom programskog paketa Microsoft EXCEL 97.

Podaci su podvrgnuti deskriptivnim statističkim analizama. Izlučene su različite mjeru središnje tendencije rasipanja mjernih podataka, a kao najpovoljnije mjeru središnje tendencije odabrana je aritmetička sredina te standardna devijacija kao mjeru rasipanja vrijednosti.

Za izjednačenje podataka korištena je Schumacher-Hall-ova jednadžba za određivanje obujma stabla.

$$V = b_0 d^{b^1} h^{b^2},$$

Krivilja izjednačenja opisana je na temelju sljedećih parametara: koeficijenta korelacije (R), standardne devijacije zavisne varijable oko linije izjednačenja ($s_{y,x}$) te t-varijable ($tStat$) i vjerojatnosti greške prve vrste ($P-value$) regresijskih koeficijenata (Serdar & Šošić 1981, Kachigan 1991). Za utvrđivanje jakosti veze između izjednačene nezavisne i zavisne varijable korištena je Roemer-Orphal-ova skala (Kump i dr. 1970).



Slika 1. Roemer-Orphal-ova raspodjela
Figure 1 Roemer-Orphal distribution

REZULTATI ISTRAŽIVANJA – Research results

Dvostrukne tablice drvnog obujma stabala jele – Double-entry tables of timber volume for fir trees

Istraživanje je provedeno na uzorku od 1.404 stabla jele posjećenih i izrađenih u redovnoj sjeći. Stabla iz sanitarno sječe nisu uzeta u istraživanje. Stabla uzorka

razvrstana su u debljinske razrede širine 5 cm, sa srednjima razreda na 22,5 cm, 27,5 cm, 32,5 cm itd., prema njemačkom sustavu određivanja debljinskih razreda.

Prsni su se promjeri stabala kretali u rasponu od 20 cm do 85 cm tj. stabla su razvrstana u 13 debljinskih razreda od 22,5 cm do 82,5 cm. Visine stabala kretale su se u

rasponu od 12 m do 40 m te su stabla razdijeljena u visinske razrede širine 5 metara. Tablica 1 prikazuje broj stabala uzorka po debljinskim i visinskim razredima.

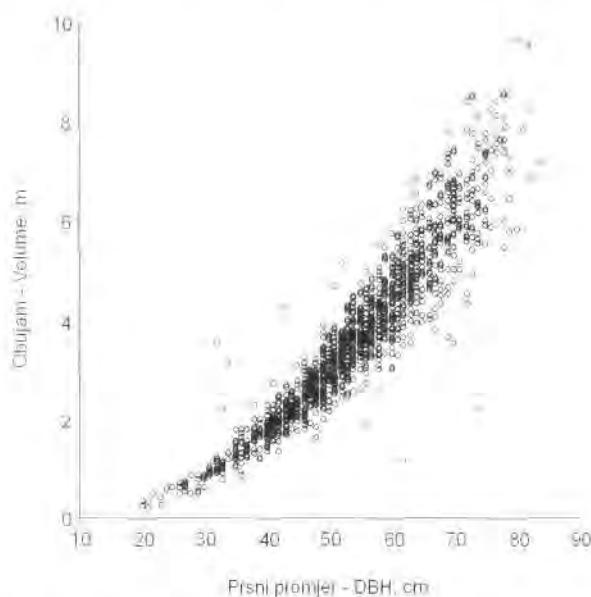
Tablica 1. Broj stabala uzorka po debljinskim i visinskim razredima

Table 1 Number of trees per diameter and height classes

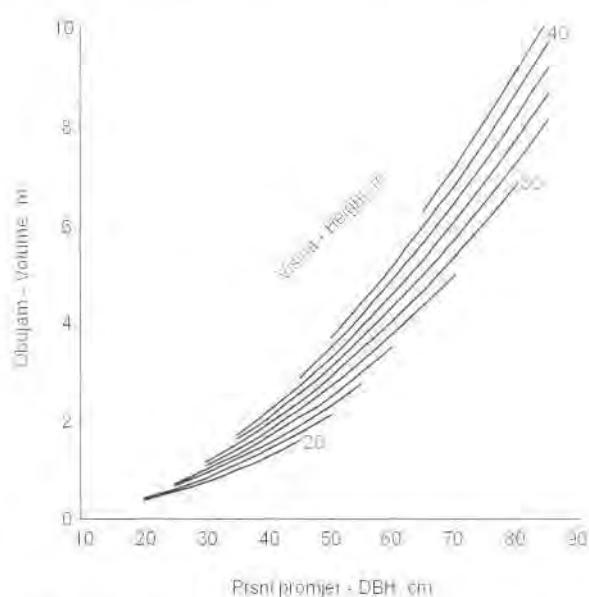
Visina stabla Tree height, m	Debljinski razred – Diameter class, cm													Ukupno Total
	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	
10-15	3													3
15-20	3	6	2	2										13
20-25	4	12	18	8	11	5	2	2						62
25-30		1	21	55	88	88	65	31	9	9	2			369
30-35			1	14	41	101	156	156	123	76	50	11	3	732
35-40						8	21	35	50	48	34	24	5	225
Ukupno – Total	10	19	42	79	140	202	244	224	182	133	86	35	8	1404

Metodom sekcioniranja stabala utvrdili smo obujam 1.404 stabala uzorka do 7 cm promjera s korom.

Na slici 2, prikazani su izračunati podaci obujma stabla s korom, u ovisnosti o prsnom promjeru stabala.



Slika 2. Podaci o obujmu stabala s korom
Figure 2 Volume of trees over bark – data



Slika 3. Obujam stabala s korom (Schumacher-Hall)
Figure 3 Volume of trees over bark (Schumacher-Hall)

Tablica 2. Procjena parametara varijabli stabala
Table 2 Estimate of parameters of tree variables

Varijable stabla Tree variable	Broj stabala Number of trees	Aritmetička sredina Arithmetical mean	Standardna devijacija Standard deviation	Standardna pogreška Standard error	Raspon Range
Prsni promjer – DBH (cm)	1404	54,3	11,53	0,308	20 84
Visina stabla – Tree height (m)		31,0	3,89	0,104	10 40
Obujam do 7 cm promjera s korom (m^3) Volume up to 7 cm diameter over bark		3,73	1,69	0,045	0,22 9,66

U prikazane podatke metodom najmanjih kvadrata uklapljene su linije izjednačenja Schumacher-Hallom jednadžbom za određivanje obujma drva u ovisnosti o prsnom promjeru i visini stabala. Izjednačenjem podataka postigla se potpuna korelacija podataka

Tablica 3. Regresijski podaci

Table 3 Regression data

Koeficijent regresije – <i>Multiple R</i>		R	0,97
Koeficijent determinacije – <i>R Square</i>		R^2	0,95
Standardna greška – <i>Standard Error</i>		$S_{\bar{y}}$	0,05
Stand.devijacija zavisne varijable oko ravnine izjednačenja <i>Stand. deviation of dependent variable around regression area</i>		$S_{v,dh}$	1,09
Preciznost – <i>Precision</i>		SP	1,2 %
Koeficijent varijacije – <i>Variation coefficient</i>		CV	44,2 %
Analiza varijance <i>Variance analysis</i>	<i>df</i>	Suma kvadrata <i>Sum of squares</i>	Sredina kvadrata <i>Mean square</i>
Regresija – <i>Regression</i>	2	72,873	36,436
Ostatak – <i>Residual</i>	1401	3,935	0,003
Ukupno – <i>Total</i>	1403	76,808	
Koeficijenti jednadžbe <i>Coefficients in equation</i>		Standardna greška <i>Standard Error</i>	t Stat
$\log b_0$	-4,12350	0,0350	-117,68
b_0	0,000075	0,001414	
b_1	1,81567	0,02007	90,46
b_2	1,01588	0,03323	30,57
			P

Meyerov korekcioni faktor – Meyer's factor of correction

$$\log f = 0,00325 \quad f = 1,0074$$

Na temelju parametara linija izjednačenja izrađene su dvoulazne tablice obujma stabala jеле predočene u grafičkom obliku (Slika 3). Prikazani opseg prsnih promjera i visina stabala u dvoulaznim tablicama određen je prema evidentiranim i izmjerjenim vrijednostima na uzorku stabala te predstavlja granične vrijednosti tih parametara. Vrijednosti obujma u tablicama povećavaju se s povećanjem prsnog promjera i visine stabala. U promatranom opsegu obujam stabala do 7 cm s korom kreće se od $0,216 m^3$ za stabla 20 cm prsnog promjera i 12 metara visine do $10,167 m^3$ za stabla 85 cm prsnog promjera i 40 m visine. Dobivene vrijednosti regresijske analize (Tablica 3) govore nam da su procijenjene vrijednosti pojedinih parametara u okviru dogovorenih statističkih normi. Na temelju

prema Roemer-Orphal skali (vrijednosti koeficijenta korelacije 0,97).

$$V = 0,000075 \cdot d^{1,81567} \cdot h^{1,01588}$$

Tablica 4. Intervalli pouzdanosti za istraživanja stabla
Table 4 Confidence intervals for investigation trees

Interval pouzdanosti <i>Confidence interval</i>	Vjerojatnost Probability	Granice pouzdanosti Range of reliability
$\bar{x} - s_{\bar{x}} \cdot 1,96 < \mu < \bar{x} + s_{\bar{x}} \cdot 1,96$	95 %	$3,64 < \mu < 3,82$
$\bar{x} - s_{\bar{x}} \cdot 2,58 < \mu < \bar{x} + s_{\bar{x}} \cdot 2,58$	99 %	$3,61 < \mu < 3,85$
$\bar{x} - s_{\bar{x}} \cdot 1,96 < \mu < \bar{x} + s_{\bar{x}} \cdot 1,96$	95 %	$0,42 < \mu < 7,04$
$\bar{x} - s_{\bar{x}} \cdot 2,58 < \mu < \bar{x} + s_{\bar{x}} \cdot 2,58$	99 %	$0,63 < \mu < 8,09$

njih izračunati su intervali obuhvaćenih istraživanih stabala (sa 95 % vjerojatnosti je obuhvaćeno 1350 stabala, a sa 99 % vjerojatnosti obuhvaćeno je 1389 stabala). Također je učinjena intervalna procjena stvarnog srednjeg volumena populacije jelovih stabala na istraživanom području (Tablica 4).

Usporedba s postojećim dvoulaznim tablicama stabala jеле

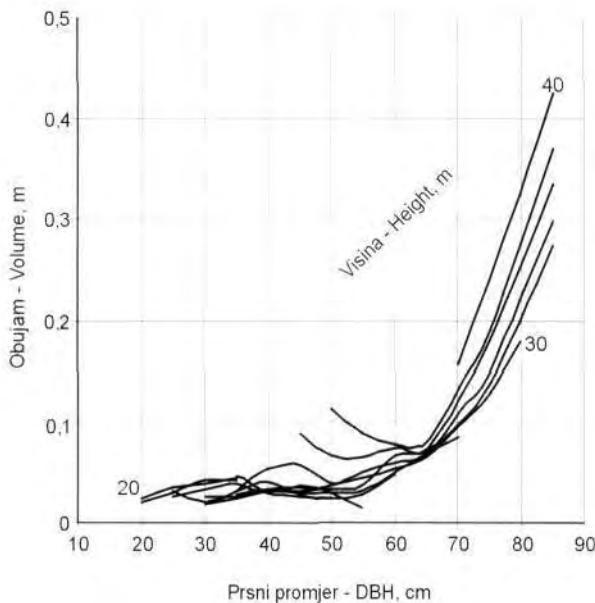
Comparison with existed double-entry tables of fir trees

Izrađene dvoulazne tablice obujma stabala jеле lokalnog su značenja. Uzorak od 1404 stabla jеле posjećenih i izrađenih u istoj gospodarskoj jedinici, koja su osnova dvoulaznih tablica, jamče nam točnost pri ko-

rištenju tih tablica za određivanje obujma stabla na navedenom području.

U šumarskoj praksi kod nas se najčešće koriste dvoulazne tablice obujma stabala jеле Špiranca (1976) i

Schuberga (1891), koje imaju opću primjenu. Usporedbom vrijednosti obujama izrađenih dvoulaznih tablica za gospodarsku jedinicu "Belevina" s navedenim tablicama uočile su se velike razlike.



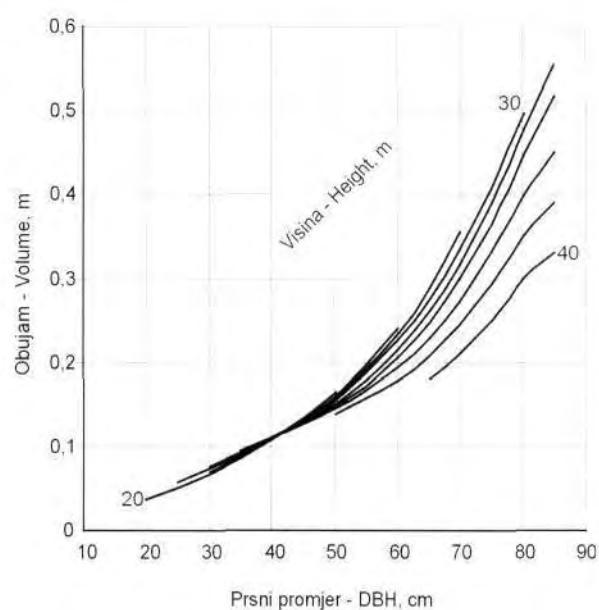
Slika 4. Obujmne razlike tablica Schuberg (1891) i g.j. "Belevina"

Figure 4 Volume differences between Schuberg (1891) and FMU "Belevina" tables

Razlike obujama između Schubergovih tablica i izrađenih tablica iznose do $0,43 \text{ m}^3$ za promatrani opseg prsnih promjera i visina (Slika 4). Granica od 70 cm prsnog promjera je značajna za nizanje razlika u obujmima. Kod stabala tanjih od 70 cm prsnog promjera razlike iznose do $0,10 \text{ m}^3$ i nisu u ovisnosti o visini stabala. Kod debljih stabala razlike u obujmu rastu s povećanjem prsnog promjera i visine stabala. Razlog tomu leži u činjenici da je u uzorku stabala pri izradi Schubergovih tablica većina stabala pripadala tanjim debljinskim razredima (svega 33 stabla od ukupno 5450 stabala uzorka imalo je prsnji promjer veći od 67 cm). Ova se usporedba nadovezuje na istraživanja Emrovića (1960a), koji je utvrdio da Schubergove tablice daju premalene obujme za jelu na silikatnoj podlozi u Gorskom kotaru posebice kod stabala s velikim visinama.

Usporedba izrađenih tablica sa Špirančevim tablicama pokazala je razlike u obujmu stabala do $0,56 \text{ m}^3$. Razlike obujma imaju znatan rast s povećanjem prsnog promjera stabala i ne ovise o visini stabala do prsnog promjera 50 cm (slika 5). Kod stabala prsnog promjera 45 cm razlike iznose $0,13 \text{ m}^3$ neovisno o visini stabla. No, kod debljih stabala razlike u obujmu rastu s povećanjem prsnog promjera, ali su manje kod viših stabala. Špiranec (1976) je izradio jedinstvene tablice za jelu bez obzira na geološku podlogu (silikatna, vapn-

Obujmi stabala do 7 cm promjera iz dvoulaznih tablica gospodarske jedinice "Belevina" veći su od obujama prema Špirančevim i Schubergovim tablicama.

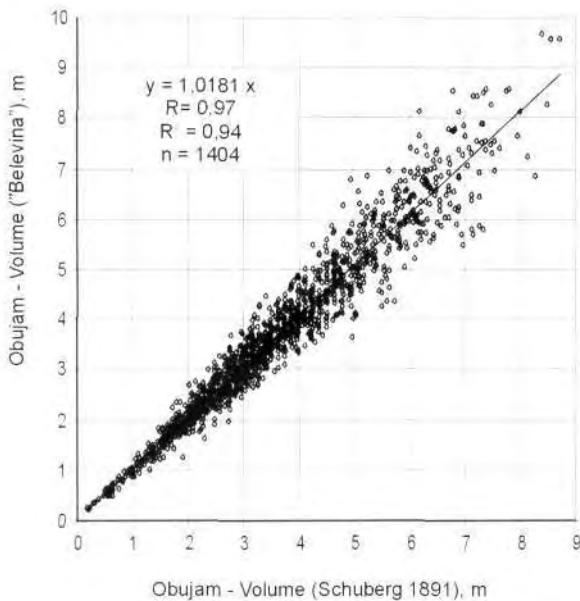


Slika 5. Obujmne razlike tablica Špiranec (1976) i g.j. "Belevina"

Figure 5 Volume differences between Spirane (1976) and FMU "Belevina" tables

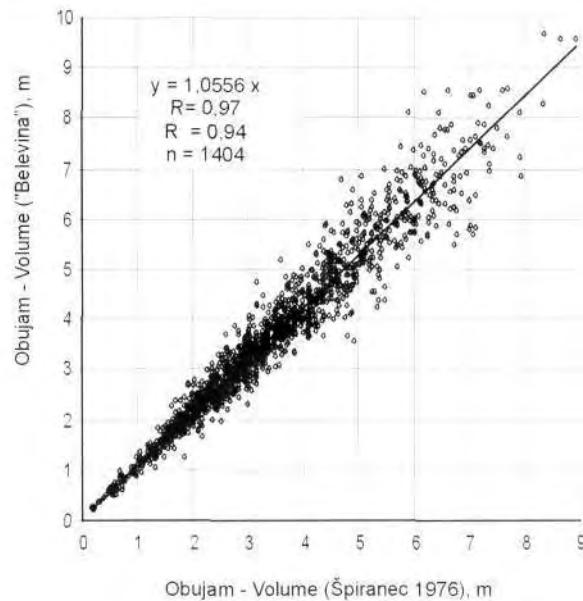
načka) te je prepostavka da su navedene razlike u obujmima između ovih tablica rezultat istraživanja stabla jеле isključivo na silikatnoj podlozi. No, u istraživanju Špiranec nije utvrdio signifikantne razlike u obujmu stabla jеле ovisno o podlozi, što je u suprotnosti s prijašnjim istraživanjima Emrovića (1960a) koji je utvrdio veći obujam stabala na silikatnoj podlozi, ali na statistički nedovoljnog broju stabala uzorka.

Glede nemogućnosti statističke usporedbe modela (razni pristupi konstrukcije tablica), a s obzirom da su usporedbe pokazale razlike između obujama jelovih stabala, pristupilo se izračunu korekcije jednih i drugih tablica na temelju korelograma (Slika 6 i Slika 7) (Quinn & Keough 2002). Na koreogramima obujam sekcioniranih stabala predstavlja nezavisnu varijablu, a obujam prema Schubergovim i Špirančevim tablicama zavisnu varijablu. Vidljivo je da su koeficijenti determinanti ($R^2 = 0,94$) jednaki, ali su regresijski koeficijenti jednadžbe (b_1) različiti. Pri korekciji Schubergovih tablica b_1 iznosi 1,0181 (ili 1,81 %), a Špirančevih 1,0556 (ili 5,56 %), što govori da su obujmi sekcioniranih stabala veći nego kod navedenih autora.



Slika 6. Korekcija tablica Schuberg (1891) s tablicama g.j. "Belevina"

Figure 6 Correction between Schuberg (1891) and FMU "Belevina" tables



Slika 7. Korekcija tablica Špiranec (1976) s tablicama g.j. "Belevina"

Figure 7 Correction between Špiranec (1976) and FMU "Belevina tables "

ZAKLJUČCI – Conclusions

Temelj istraživanja predstavlja uzorak od 1.404 stabla jеле koja su posjećena u redovnoj sjeći etata ophodnjice. Prsni promjeri stabala uzorka kretali su se u rasponu od 20 cm do 85 cm, a visine stabala kretale su se u rasponu od 12 m do 40 m. Sekcioniranje stabla u svrhu preciznog utvrđivanja obujma krupnog drva (do 7 cm) stabla s korom provedeno je na svim stabilima uzorka. Obujam stabala do 7 cm promjera s korom prikazan je dvoulaznim tablicama na osnovi izjednačenja podataka obujma stabala Schumacher-Hallovom jednadžbom:

$$V = 0,000075 \cdot d^{1,81567} \cdot h^{1,01588}; S_{v,dh} = 0,053 \text{ m}^3$$

Vrijednosti se obujma povećavaju s povećanjem prsnog promjera i visine stabala. Obujam do 7 cm promjera s korom kreće se od $0,216 \text{ m}^3$ za stabla 20 cm prsnog promjera i 12 metara visine do $10,167 \text{ m}^3$ za stabla 85 cm prsnog promjera i 40 m visine.

Vrijednosti obujama dvoulaznih tablica za gospodarsku jedinicu "Belevina" veći su od obujama prema Špirančevim i Schubergovim dvoulaznim tablicama obujma stabala jеле. U odnosu na izrađene dvoulazne tablice, Schubergove tablice daju manje obujme za jelu, posebice kod stabala prsnih promjera većih od 70 cm. Usporedba izrađenih tablica sa Špirančevim tablicama pokazala je rast razlika u obujmu stabala s povećanjem prsnog promjera stabala, pri čemu razlike ne ovise o visini stabala do prsnog promjera 50 cm, a kod debljih stabala opadaju s rastom visine.

Rezultati korelacijske analize ukazuju da bi se pri primjeni Schubergovih i Špirančevih tablica obujma stabala jеле na području gospodarske jedinice "Belevina" i sličnih gospodarskih jedinica u Gorskom kotaru trebale povećati vrijednosti drvnog obujma za 1,81 %, odnosno 5,56 %.

LITERATURA – Literature

- Benassi, L., 1973: Mensurational research on *Abies alba* on the Asiago plateau. *Italia forestale e montana* 28 (1): 8–12.
- Benko, M., V. Novotny, L. Szirovicza, K. Bezak, B. Vrbek, 1997: *Volumne tablice alepskog bora*. Radovi – izvanredno izdanje, Šumarski institut Jastrebarsko, 138 pp.
- Benko, M., V. Novotny, B. Vrbek, L. Szirovicza, 2000: *Volumne tablice hrasta medunca*.
- Radovi – izvanredno izdanje, Šumarski institut Jastrebarsko, 68 pp.
- Božić, M., 2000: Kolika je stvarna zaliha jеле u našim šumama? *Šumarski list* 124 (3–4): 185–195.
- Čavlović, J., i dr., 1999: *Osnova gospodarenja G. J. "Belevine"*, 1999–2009.
- Emrović, B., 1960a: Dvoulazne tablice drvnih masa za jelu u Gorskom kotaru. *Šumarski list* 84 (11–12): 345–356.

- Emrović, B., 1960b: O najpodesnjem obliku izjednačenja funkcije potrebne za računsko izjednačenje pri sastavu dvoulaznih drvno-gromadnih tablica. *Glasnik za šumske pokuse* 14: 49–126.
- Kachigan, S. K., 1991: Multivariate statistical analysis – A conceptual introduction. Radius Press, New York, 303 pp.
- Križanec, R., 1993c: Uloga evidencije sječe u praćenju kretanja drvne zalihe preborne šume. *Glasnik za šumske pokuse*, pos. izd. 4: 111–120.
- Kružić, T., 1993: Izbor regresijskog modela za izjednačenje drvno-gromadnih tablica. *Glasnik za šumske pokuse* 30: 149–198.
- Kump, M. i suradnici, 1970: Poljski pokusi (Metodika postavljanja i statistička obrada). Centar za primjenu nauka u poljoprivredi SR Hrvatske, 86 pp.
- Luce, P., 1976: Standing volume tables for Silver fir in the Jura. Document, Section technique, Office national des Forests, France, 76 (7): 44 pp.
- Pranjić, A., 1990: Šumarska biometrika. Sveučilišna naklada Liber, 204 pp.
- Pranjić, A., N. Lukić, 1997: Izmjera šuma. Udžbenik. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 405 pp.
- Quinn, G.P. & M. J. Keough, 2002: Experimental Design and Data Analysis for Biologists. UK Cambridge University Press, Cambridge, 537 pp.
- Serdar, V. & I. Šošić, 1981: Uvod u statistiku. Školska knjiga Zagreb, 452 pp.
- Špiranec, M., 1976: Tablice drvnih masa jele i smrek. Radovi 29, Šumarski institut Jastrebarsko, 119 pp.
- *** Šumarsko tehnički priručnik, Nakladni zavod Znanje, Zagreb, 1966, 268 pp.

SUMMARY: The paper shows results of comparison of volumes of fir trees from forest management unit "Belevine" with volume of fir trees from Schuberg (1891) and Špiranec (1976) double-entry tables. The investigation sample are presented with 1,404 fir trees. Breast height diameters of the trees range from 20 cm to 85 cm while tree heights range from 12 m to 40 m. Sectioning of trees was done on all trees from the sample to precisely determine largewood volume (up to 7 cm diameter) of the trees over bark. Volume of trees up to 7 cm diameter over bark is presented with double-entries tables based on regression of data with Schumacher-Hall equation:

$$V = 0,000075 \cdot d^{1,81567} \cdot h^{1,01588}; s_{v,dh} = 0,053 \text{ m}^3$$

Timber volume increases with increasing of DBH and tree height. Volume of trees up to 7 cm diameter over bark ranges from 0,216 m³ for trees with 20 cm DBH and 12 m height 10,167 m³ for trees with 85 cm DBH and 40 m height.

Timber volumes from double-entries tables from forest management unit "Belevina" have the higher values than timber volumes from Schuberg (1891) and Špiranec (1976) double-entry tables. In comparison with calculated double-entry tables, Schuberg tables give the lower volumes for fir trees, especially for trees with DBH up to 70 cm. Comparison of calculated double-entries tables with Špiranec tables presents increasing of timber volume differences with increasing of DBH of trees. These differences are not in dependence on tree heights till 50 cm DBH, but onwards on thicker trees differences decrease with increasing of tree heights. Correction shows the need of increasing timber volumes by 1,81 % with using Schuberg tables or 5,56 % using Špiranec tables.

Key words: fir; timber volume, double-entry volume tables