

PARAMETRI ŠPIRANČEVIH DRVNOGROMADNIH TABLICA ZA KRUPNO DRVO HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur L.*), HRASTA KITNJAKA (*Quercus petraea L.*) I BUKVE (*Fagus sylvatica L.*)

PARAMETERS OF VOLUME TABLES BY ŠPIRANEC FOR USABLE TIMBER OF
PEDUNCULATE OAK (*Quercus Robur L.*), SESSILE OAK (*Quercus Petraea L.*)
AND COMMON BEECH (*Fagus sylvatica L.*)

Karlo BEZAK*

SAŽETAK: U radu su prikazani parametri Schumacher – Hall-ove funkcije krupnog drva iznad 7 cm promjera, dvoulaznih volumenih tablica za hrast lužnjak (*Quercus robur L.*), hrast kitnjak (*Quercus petraea L.*) i bukvu (*Fagus sylvatica L.*).

Parametri volumena krupnog drva (iznad 7 cm) hrasta lužnjaka

$$v = 0.000042655 d^{2.0629283} h^{0.9145876}$$

Aritmetička sredina običnog broja modelnih stabala hrasta lužnjaka je 0,51527, a vrijednosti se kreću od 0,49774 do 0,52960

Parametri volumena krupnog drva (iznad 7 cm) hrasta kitnjaka

$$v = 0.000033469 d^{2.0735774} h^{0.9783376}$$

Aritmetička sredina običnog broja modelnih stabala hrasta kitnjaka je 0,51987, a vrijednosti se kreću od 0,42743 do 0,54132.

Parametri volumena krupnog drva (iznad 7 cm) bukve

$$v = 0.000026285 d^{2.0500706} h^{1.065305}$$

Aritmetička sredina običnog broja modelnih stabala bukve je 0,51507, a vrijednosti se kreću od 0,40506 do 0,53061.

Regresijska analiza dvoulaznih volumenih tablica rađena je na osnovi modelnih stabala Drvnogromadnih tablica (Špiranec, 1975).

Ključne riječi: hrast lužnjak (*Quercus robur L.*), hrast kitnjak (*Quercus petraea L.*), obična bukva (*Fagus sylvatica L.*), dvoulazne volumene tablice, krupno drvo.

1. PROBLEM – Problem

Šumarski institut, Jastrebarsko objavio je "Drvno-gromadne tablice" (Špiranec, 1975) za hrast lužnjak, hrast kitnjak, bukvu, obični grab, kesten iz panja i iz sjemena te brezu na Papuku.

Tablice su izrađene za modelna stabla uzimana iz redovnih sjećina ili trasa na čitavom području Republike Hrvatske. Uzorci za lužnjak počeli su se uzimati već

od 1947. do 1956., kada se počelo prikupljanjem podataka za tablice pitomog kestena, zatim običnog graba, hrasta kitnjaka, te bukve. Primijenjena je računska metoda po modelu Schumacher - Halla.

Za krupno drvo nije provedeno izjednačenje po spomenutom modelu, jer ne daje pouzdane rezultate volumena stabala tanja od 20. cm prsnog promjera. Za hrast lužnjak i kitnjak te bukvu sekcionirana su stabla do 3 cm na tanjem kraju, te su računskom obradom dobiveni parametri Schumacher – Hallove funkcije za ukupni volumen stabla. Za sastav volumenih tablica

* Dr. sc. Karlo Bezak, dipl. ing. šum., "Hrvatske šume", Direkcija, Lj. F. Vukotinovića 2, 10000 Zagreb

krupnog drva, na određenom broju modelnih stabala izračunat je postotak krupnog drva u ukupnom volumenu. Množenjem tih postotaka s kubaturama iz tablica za ukupni volumen, dobivene su tablice krupnog drva iznad 7 cm debljine. Na temelju tih tablica konstruirane su jednoulazne volumne tablice – tarife koje su se primjenjivale u šumarskoj praksi sve do donošenja Pravilnika o uređivanju šuma ("Narodne novine" br. 52/94). Istim Pravilnikom propisuje se konstrukcija tarifnih nizova posebice za svaki odsjek na temelju visinskih krivulja i dvoulaznih volumnih tablica. Drvna zaliha se obračunava primjenom istih tarifnih nizova kompjutorskim programom "UREL", JP "Hrvatske šume" p.o. Zagreb. U bazu podataka "UREL" ugrađeni su podaci dvoulaznih volumnih tablica za krupno drvo, volumen do 7 cm, hrasta lužnjaka, hrasta kitnjaka i bukve. Konstrukcijom visinskih krivulja i interpolacijom

dvoulaznih tablica dobivaju se tarifni nizovi za obracun dryne zalihe. Takav način obrade podataka tijekom uređivanja šuma izvor je čestih pogrešaka. U uređivanju šuma sve se više koriste modeli koji se uvrštavaju u određene aplikacijske programe. Stoga sam izvršio regresijsku analizu modelnih stabala Špirančevih drvnogromadnih tablica volumena krupnog drva (iznad 7 cm), za hrast lužnjak, hrast kitnjak i bukvu.

Izrada tablica i istraživanja u tom smjeru su kontinuiran rad, a posebice ako se koriste za konstrukciju sortimentnih tablica. Tijekom vremena, gospodarskim i uzgojnim radovima mijenja se oblični broj, a s njime i ostali parametri. Stoga i parametri za krupno drvo obračunati na temelju modelnih stabala prikupljenih pred 25 do 50 godina imaju ista ograničenja kao i drvnogromadne tablice.

2. NAČIN RADA I MATERIJAL

Za regresijsku analizu modelnih stabala i njegovih sekcija te sastav i konstrukciju dvoulaznih tablica i tarifa izrađen je cijelovit kompjutorski program Bezak, Slunjski (1990). U bazi podataka nalaze se parametri Schumacher - Hallove funkcije za glavne vrste drveća. Istim je programom moguća ugodna obrada i reprint svih dvoulaznih volumnih tablica obrađene modelom Schumacher – Hall-a.

Za izračun parametara krupnog drva Schumacher – Hallove funkcije korišteni su volumeni stabala Špirančevih drvnogromadnih tablica. Umjesto sekcija izvršen

– Working method and material

je unos stabala, prjni promjer, visina i volumen krupnog drva do 7 cm.

Za hrast lužnjak uzet je uzorak od 199 modelnih stabala, hrast kitnjak 84, a bukvu 85.

Model Schumacher – Hall-a glasi:

$$v = A d^b h^c$$

gdje je v volumen stabla, d prjni promjer, h visina stabla, A , b i c nepoznati parametri koji se procjenjuju na osnovi eksperimentalnih podataka.

3. REZULTATI – Results

Parametri krupnog drva po vrstama drveća, dobiveni su izjednačenjem metodom najmanjih kvadrata uporabom Schumacher – Hall-ove funkcije. Ti parametri,

njihove varijance te oblični broj sa standardnom devijacijom prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Parametri linije izjednačenja za krupno drvo
Table 1 Parameters of equalisation line for usable timber

Parametri i oblični broj Parameters and form factor	Vrsta drveća – Tree species		
	lužnjak pedunculate oak	kitnjak sessile oak	bukva common beech
log a od parametra A	- 4.3700270	- 4.4753524	- 4.5802929
parametar b	2.0629283	2.0735774	2.0500706
parametar c	0.9145876	0.9783376	1.0655305
varijanca	0.0001432	0.0034328	0.0001277
varijanca a	0.1221992	0.0141572	0.1574115
varijanca b	0.2413017	0.0157851	0.0109493
varijanca c	0.5190687	0.0367363	0.0508198
Meyerov korekcion faktor f	1.0000001	1.0000003	1.0000001
log f	0.0000000	0.0000001	0.0000000
oblični broj	0.5152750	0.5198669	0.5150684
varijanca	0.0000032	0.0001220	0.0000054
standardna devijacija	0.0005619	0.0110449	0.0023158
C.V. %	0.1090379	2.1245626	0.4493998

3.1. Regresijski model hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*)

3.1 Regression model of pedunculate oak (*Quercus robur L.*)

Za hrast lužnjak regresijski model izjednačenja volumena Schumacher – Hall-ovom funkcijom glasi:

$$v = 0.000042655 d^{2.0629283} h^{0.9145876}$$

Aritmetička sredina obličnog broja modelnih stabala hrasta lužnjaka je 0,51527, a vrijednosti se kreću od 0,49774 do 0,52960.

Regresijska analiza pokazuje signifikantne razlike sredina modelnih stabala ukupnog volumena (iznad 3 cm) i krupnog drva (iznad 7 cm).

$$t = 18.882386$$

Usporedba Špirančevih tablica i regresijskog modela (Tablica 2.) pokazuje najveće razlike u najtanjim debljinskim stupnjevima, regresijski model daje niže podatke do 10 %. Međutim, počevši već od 15-og debljinskog stupnja te su razlike beznačajne, regresijski model daje nešto više podatke od drvnogromadnih do 1 %. Najveće su razlike u graničnim stablima normalne debljinske i visinske distribucije.

Tablica 2. Usporedba Špirančevih drvnogromadnih tablica i tablica u regresijskom modelu Schumacher – Hall-a za krupno drvo hrasta lužnjaka

Table 2 Comparison of volume tables by Špiranec and the tables in the regression model by Schumaher – Hall for usable timber of pedunculate oak

Visina stabla Tree height	Način obrade Processing method	Prsni promjeri u cm Breast diameter in cm								Visina stabla Tree height
		10	20	30	40	50	60	70	80	
m	Volumen krupnog drva iznad 7 cm u m ³ – Volume of usable timber over 7 cm in m ³								m	
15	Špiranec	0,058	0,243	0,562	1,016					15
	Sch.-Hall	0,052	0,245	0,566	1,025					
	razlika - diff.	-0,006	+0,002	+0,004	+0,009					
20	Špiranec	0,077	0,319	0,735	1,331	2,109	3,070	4,215		20
	Sch.-Hall	0,072	0,319	0,736	1,333	2,112	3,077	4,228		
	razlika - diff.	-0,005	0,000	+0,001	+0,002	+0,003	+0,007	+0,013		
25	Špiranec		0,391	0,903	1,634	2,592	3,773	5,185	6,824	25
	Sch.-Hall		0,391	0,903	1,635	2,590	3,773	5,186	6,830	
	razlika - diff.		0,000	0,000	+0,001	-0,002	0,000	+0,001	+0,006	
30	Špiranec			1,066	1,931	3,065	4,467	6,144	8,094	30
	Sch.-Hall			1,067	1,931	3,060	4,458	6,127	8,070	
	razlika - diff.			+0,001	0,000	-0,005	-0,009	-0,017	-0,024	
35	Špiranec				2,220	3,521	5,136	7,065	9,306	35
	Sch.-Hall				2,224	3,524	5,133	7,054	9,292	
	razlika - diff.				+0,004	+0,003	-0,003	-0,011	-0,014	
40	Špiranec					3,972	5,798	7,983	10,515	40
	Sch.-Hall					3,982	5,800	7,971	10,499	
	razlika - diff.					+0,010	+0,002	-0,012	-0,016	

3.2. Regresijski model hrasta kitnjaka (*Quercus petraea L.*)

3.2. Regression model of sessile oak (*Quercus petraea L.*)

Za hrast kitnjak regresijski model izjednačenja volumena Schumacher-Hall-ovom funkcijom glasi:

$$v = 0.000033469 d^{2.0735774} h^{0.9783376}$$

Aritmetička sredina obličnog broja modelnih stabala hrasta kitnjaka je 0,51987, a vrijednosti se kreću od 0,42743 do 0,54132.

Regresijska analiza pokazuje signifikantne razlike sredina obličnog broja modelnih stabala ukupnog volumena (iznad 3 cm) i krupnog drva (iznad 7 cm).

$$t = 35.1221361$$

Usporedba Špirančevih tablica i regresijskog modela (Tablica 2) pokazuje najveće razlike u najtanjim debljinskim stupnjevima, regresijski model daje više podatke do 10 %. Međutim, počevši od 20-og debljinskog stupnja te su razlike manje, regresijski model daje nešto više podatke od drvnogromadnih do 1 %. Najveće su razlike u graničnim stablima normalne debljinske i visinske distribucije.

Tablica 3. Usporedba Špirančevih dvoulaznih volumnih tablica i tablica u regresijskom modelu Schumacher – Hall-a za krupno drvo hrasta kitnjaka:

Table 3 Comparison of two-parameter volume tables by Špiranec with the tables in the regression model by Schumacher – Hall for usable timber of sessile oak:

Visina stabla Tree height	Način obrade Processing method	Prsní promjeri u cm Breast diameter in cm								Visina stabla Tree height
		10	20	30	40	50	60	70	80	
m	Volumen krupnog drva iznad 7 cm u m ³ – Volume of usable timber over 7 cm in m ³									
15	Špiranec	0,052	0,228	0,538						15
	Sch.-Hall	0,056	0,236	0,547						
	razlika - diff.	+0,004	+0,023	+0,009						
20	Špiranec		0,308	0,720	1,313	2,087	3,043			20
	Sch.-Hall		0,313	0,725	1,317	2,091	3,052			
	razlika - diff.		+0,005	+0,005	+0,004	+0,004	+0,009			
25	Špiranec		0,387	0,908	1,639	2,602	3,791	5,204		25
	Sch.-Hall		0,389	0,902	1,638	2,602	3,797	5,227		
	razlika - diff.		+0,002	-0,006	-0,001	0,000	+0,006	+0,023		
30	Špiranec			1,077	1,958	3,109	4,533	6,219	8,172	30
	Sch.-Hall			1,078	1,958	3,109	4,538	6,248	8,241	
	razlika - diff.			+0,001	0,000	0,000	+0,005	+0,029	+0,069	
35	Špiranec					3,614	5,266	7,229	9,494	35
	Sch.-Hall					3,616	5,277	7,265	9,582	
	razlika - diff.					+0,002	+0,011	+0,036	+0,088	

Tablica 4 Usporedba Špirančevih dvoulaznih volumnih tablica i tablica u regresijskom modelu Schumacher – Hall-a za krupno drvo bukve:

Table 4 Comparison of two-parameter volume tables by Špiranec and the tables in the regression model by Schumacher – Hall for usable timber of beech:

Visina stabla Tree height	Način obrade Processing method	Prsní promjeri u cm Breast diameter in cm								Visina stabla Tree height
		10	20	30	40	50	60	70	80	
m	Volumen krupnog drva iznad 7 cm u m ³ – Volume of usable timber over 7 cm in m ³									
15	Špiranec	0,047	0,205							15
	Sch.-Hall	0,052	0,219							
	razlika - diff.	+0,005	+0,014							
20	Špiranec	0,068	0,289	0,670	1,217					20
	Sch.-Hall	0,072	0,297	0,683	1,231					
	razlika - diff.	+0,004	+0,008	+0,013	+0,014					
25	Špiranec		0,371	0,860	1,558	2,464	3,579	4,903		25
	Sch.-Hall		0,377	0,866	1,562	2,468	3,586	4,919		
	razlika - diff.		+0,006	+0,006	+0,004	+0,004	+0,007	+0,016		
30	Špiranec			1,047	1,895	2,999	4,354	5,964	7,823	30
	Sch.-Hall			1,052	1,897	2,997	4,355	5,973	7,854	
	razlika - diff.			+0,005	+0,002	-0,002	+0,001	+0,009	+0,031	
35	Špiranec				2,234	3,535	5,133	7,031	9,223	35
	Sch.-Hall				2,235	3,532	5,132	7,039	9,256	
	razlika - diff.				+0,001	-0,003	0,000	+0,008	+0,033	
40	Špiranec					5,913	8,099	10,635		40
	Sch.-Hall					5,917	8,116	10,671		
	razlika - diff.					+0,004	+0,017	+0,033		

3.3. Regresijski model bukve (*Fagus sylvatica L.*)

3.3. Regression model of common beech (*Fagus sylvatica L.*)

Za bukvu regresijski model izjednačenja volumena Schumacher-Hall-ovom funkcijom glasi:

$$v = 0.000026285 \cdot d^{2.0500706} \cdot h^{1.0655305}$$

Aritmetička sredina obličnog broja modelnih stabala bukve je 0,51507, a vrijednosti se kreću od 0,40506 do 0,53061.

Regresijska analiza pokazuje signifikantne razlike sredina obličnog broja modelnih stabala ukupnog volumena (iznad 3 cm) i krupnog drva (iznad 7 cm).

$$t = 33.6153846$$

Usporedba špirančevih tablica i regresijskog modela (Tablica 2.) pokazuje najveće razlike u najtanjim debljinskim stupnjevima, regresijski model daje više podatke do 10 %. Međutim, počevši već od 20-og debljinskog stupnja te su razlike manje, regresijski model daje nešto više podatke od drvnogromadnih do 2 %. Najveće su razlike u graničnim stablima normalne debljinske i visinske distribucije.

4. ZAKLJUČAK – Conclusion

Regresijskom analizom modelnih stabala **Drvno-gromadnih tablica** (Špiranec, 1975) Schumacher – Hall-ovom funkcijom dobiveni su parametri krupnog drva iznad 7 cm promjera, za hrast lužnjak (*Quercus robur L.*), hrast kitnjak (*Quercus petraea L.*) i bukvu (*Fagus sylvatica L.*). Iz obavljene regresijske analize proizlaze slijedeći zaključci:

1. Parametri volumena krupnog drva (iznad 7 cm) hrasta lužnjaka:

$$v = 0.000042655 \cdot d^{2.0629283} \cdot h^{0.9145876}$$

Aritmetička sredina obličnog broja modelnih stabala hrasta lužnjaka je 0,51527, a vrijednosti se kreću od 0,49774 do 0,52960

2. Parametri volumena krupnog drva (iznad 7 cm) hrasta kitnjaka:

$$v = 0.000033469 \cdot d^{2.0735774} \cdot h^{0.9783376}$$

Aritmetička sredina obličnog broja modelnih stabala hrasta kitnjaka je 0,51987, a vrijednosti se kreću od 0,42743 do 0,54132.

3. Parametri volumena krupnog drva (iznad 7 cm) bukve:

$$v = 0.000026285 \cdot d^{2.0500706} \cdot h^{1.0655305}$$

Aritmetička sredina obličnog broja modelnih stabala bukve je 0,51507, a vrijednosti se kreću od 0,40506 do 0,53061.

4. Za procjenu volumena krupnog drva (iznad 7 cm) prednost treba dati dvoulaznim volumnim tablicama i to u regresijskom obliku.
5. Ukazuje se na potrebitost daljnjih istraživanja, opravdanost provjere dvoulaznih volumnih tablica s posebnim osvrtom na način gospodarenja i promjenu obličnog broja.

5. LITERATURA – References

Bezak, K., Slunjski, M., 1990: Aplikacijski program za kompjutersku obradu drvnogromadnih tablica i tarifa, Zagreb.

Pranjić, A., Lukić, N., 1997: Izmjera šuma. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 410, Zagreb.

Špiranec, M., 1975: Drvnogromadne tablice, Rad. Šumar. inst 22: 1-262, Jastrebarsko, Zagreb.

SUMMARY: The parameters of usable timber over 7 cm in diameter for pedunculate oak (*Quercus robur L.*), sessile oak (*Quercus petraea L.*), and common beech (*Fagus sylvatica L.*) were obtained using regression analysis of volume tables of model trees (Špiranec, 1975) with Schumacher - Hall's function.

Volume parameters of usable timber (above 7 cm) of pedunculate oak:

$$v = 0.000042655 \cdot d^{2.0629283} \cdot h^{0.9145876}$$

The arithmetic mean of the form factor of model trees of pedunculate oak is 0,51527, and the value ranges from 0,49774 to 0,52960.

Volume parameters of usable timber (above 7 cm) of sessile oak:

$$v = 0.000033469 \cdot d^{2.0735774} \cdot h^{0.9783376}$$

The arithmetic mean of the form factor of model trees of sessile oak is 0,51987, and the value ranges from 0.42743 to 0.54132.

Volume parameters of usable timber (above 7 cm) of common beech:

$$v = 0.000026285 \ d^{2.0500706} \ h^{1.0655305}$$

The arithmetic mean of the form factor of model trees of common beech is 0,51507, and the value ranges from 0.40506 to 0.53061.

The paper highlights the need for further research, the justification of testing two-parameter volume tables with a special stress on management methods and the change of form factor.

Key words: pedunculate oak (*Quercus robur L.*), sessile oak (*Quercus petraea L.*), common beech (*Fagus sylvatica L.*), two-parameter volume tables, usable timber

PRETPLATA ZA ŠUMARSKI LIST U 2002. GODINI:

- za zaposlene članove 120 kn
- za studente, đake i umirovljenike 30 kn
- za poduzeća 500 kn + PDV

ADRESA: HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

Zagreb, Trg Mažuranića 11

Žiro račun br: 30102-678-6249

PRETPLATA ZA INOZEMSTVO 95 \$

DEVIZNI ŽIRO RAČUN br: 70313-280-3206475

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO, Zagreb

ZAGREBAČKA BANKA Zagreb

(Telex ZABA 21-211 Swift ZABA HR XX)

Uredništvo