

Tablice oblikovnega števila, debeljadi in količine izdelanih sortimentov za jelko

Tables of the Form Height Number, Timber and the Quantity of Assortments prepared for the European Fir

Edvard REBULA*

Izvleček

Rebula, E.: Tablice oblikovnega števila, debeljadi in količine izdelanih sortimentov za jelko. Gozdarski vestnik št. 10/1995. V slovenščini s povzetkom v angleščini, cit. lit. 16.

Z obdelavo podatkov meritev jelovih debel smo ugotovili možnost, natančnost in zanesljivost izračunov prostornine, oblikovnega števila, količine izdelanih sortimentov in izkoristka jelovih debel. Neodvisne spremenljivke pri izračunih so bile prsni in drugi premeri više na deblu, ter dolžina in uporabna dolžina debla.

Sestavili smo obrazce za željene izračune, ocenili njihovo uporabnost in zanesljivost ter sestavili ustrezne tablice za jelko. Napake izračunov prepolovimo, če upoštevamo v izračunih poleg prsnega premera še kak premer više na deblu.

Ključne besede: jelka, debeljad, tržna mera, prostornina debel, tablice debeljadi.

Synopsis

Rebula, E.: Tables of the Form Height Number, Timber and the Quantity of Assortments prepared for the European Fir. Gozdarski vestnik No. 10/1995. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 16.

By way of data processing of fir tree stem measurements, the possibility, accuracy and reliability in the calculations of the volume, form height number, the quantity of assortments prepared and the yield of fir stems were established. Independent variables in calculations were breast-height diameters and others higher in the stem as well as the length and usable stem length.

Calculation formulas have been prepared, their applicability and accuracy have been estimated and corresponding tables have been elaborated for the European fir. Calculation errors can be diminished by half if, apart from the breast-height diameter, another diameter higher in a stem is taken into consideration in calculations.

Key words: European fir, timber, commercial measure, stem volume, timber tables.

PREDGOVOR PREFACE

Delo je omogočil Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov Republike Slovenije, ki je plačal raziskavo.

Tablice smo izdelali iz podatkov meritev jelke na nekdanjem Gozdnem gospodarstvu Postojna, Obratu Bukovje. Pri raziskavi smo sodelovali:

– prof. dr. Anton Cedilnik, ki je sestavil program računalniških izračunov prostornine in drugih mer posameznih debel,

– Leonarda Godler, dipl.inž. in Tomaž Vodopivec, operater, ki sta izvedla vse potrebne računalniške izračune,

– prof. Dolores Rebula-Udovič, tehnična sodelavka, ki je urejala osnovne podatke, pomagala pri obdelavi izračunov in oblikovala poročilo,

– sam sem vodil raziskavo, zbral rezultate in napisal to poročilo.

Vsem sodelavcem se zahvaljujem za vestno in požrtvovalno delo. Zahvala gre tudi institucijama, ki sta delo omogočili:

– Skladu kmetijskih zemljišč in gozdov Republike Slovenije,

– Gozdnemu gospodarstvu Postojna.

Posebna zahvala gre kolegoma prof. dr. Marjanu Lipoglavšku, ki mi je pomagal z nasveti, in prof. dr. Marjanu Kotarju, ki je izdelek prebral in dopolnil s koristnimi pripombami.

* Dr. E. R., dipl. inž. gozd, univ. prof. v pokoju, 66230 Postojna, Kraigherjeva 4, SLO

1 UVOD**1 INTRODUCTION****Problematika in cilji raziskave****Problems and Research Goals**

V petdesetih letih so pri urejanju gozdov tudi pri nas začeli opuščati t.i. lokalne tablice (deblovnice) in začeli uporabljati t.i. tarife raznih avtorjev (Alganove, Čoklove, Schaefferjeve). To je privedlo do popolne opustitve rabe raznih dvovhodnih deblovnic, s katerimi je bilo mogoče kolikor toliko natančno ugotoviti debeljad posameznega drevesa določene drevesne vrste. Po drugi strani je racionalizacija dela, uvedba strojnega lupljenja in mehanske izmere sortimentov na melesih ter merjenje lesa po masi, privedla do opustitve ročne (klasične) izmere sortimentov (posekanega lesa) v gozdu bodisi pri panju ali ob cesti. Iz obstoječega je sledilo, da smo zanemarili potrebo po poznavanju in ugotavljanju prostornine posameznih dreves. Ti trendi se nadaljujejo. Poenostavljajo izmere vseh potrebnih podatkov za urejanje gozdov. Pri izmerah posekanega lesa pa se vse bolj uveljavljajo enostavnejši, predvsem cenejši načini ugotavljanja lesne gnote.

V takih okoliščinah narašča potreba po nekem načinu, nadomestilu za opuščeno vedenje o prostorninah dreves, lokalnih tablicah ipd., za dela pred sečnjo, dovolj natančno ugotavljanje količine (in vrste) sortimentov, ki bodo padli ob sečnji. Ta potreba se še dodatno povečuje zaradi lastninskih sprememb v gozdovih, sprememb v organizaciji gozdarstva in sprememb pri prodaji gozdnih lesnih sortimentov.

Potreba niti ni nova. Že kmalu po uvedbi tarif so v Celju ugotovili, da računanje količine posekanega lesa za obračun gozdnega sklada s tarifami ni dovolj natančno. Zato so naročili izdelavo domačih deblovnic. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo jih je tudi izdelal (ČOKL 1962). Žal je to prizadevanje ostalo osamljeno. Ni zajelo vse Slovenije. V času, ko so gozdarji v vseh deželah izdelovali svoje deblovnice, ki naj bi izboljšale in povečale natančnost izmere lesne gnote stoječih dreves za vse potrebe, smo v Sloveniji svoje deblovnice zanemarili in prepustili pozabi.

Rešitev navedenih problemov vidimo v izdelavi primernih tablic. Z njimi bi lahko, na osnovi enostavnih meritev dreves v gozdu, vsak lastnik, tudi za manjše količine, že pred sečnjo dovolj natančno ugotovil pričakovano količino sortimentov.

Cilji te raziskave so:

- ugotoviti možnosti izdelave primernih tablic debeljadi (neto lesne mase) za drevesa jelke,
- ugotoviti možnosti drugih načinov ugotavljanja debeljadi jelke,
- ugotoviti natančnost (zanesljivost) takega ugotavljanja debeljadi,
- preveriti kaj in kako vpliva na natančnost (napake) take izmere,
- ugotoviti druge izsledke (npr. o dolžini vrha, uporabni dolžini debla, oblikovnemu številu), ki jih ti podatki omogočajo in vplivajo na natančnost izmere.

Končna in glavna cilja pa sta:

1. Izdelati dvovhodne tablice debeljadi (neto lesne mase) za jelko. Vhoda sta prsni premer drevesa z lubjem ali brez njega in uporabna dolžina debla oziroma višina drevesa.

2. Ugotoviti enačbe (obrazce) za izračun debeljadi dreves jelke na osnovi izmerjenih veličin drevesa.

2 IZVOR PODATKOV IN NAČIN DELA**2 DATA SOURCE AND WORK METHOD**

Osnovni podatki (meritve) za pričujočo raziskavo so isti, kot so bili za raziskavo o debelini lubja in o napakah merjenja oblovin (REBULA, 1993). Tam je tudi podrobno opisan način zbiranja in obdelave podatkov, zato bomo tu navedli le obdelave v zvezi s to raziskavo.

Prof. A. Čedilnik je izdelal program, po katerem smo z metodo zlepkov izračunali:

- Enačbe obličnice (konture) debla.
- Iz enačb obličnice smo izračunali premere (brez lubja) na $0,3H$ – D_3 in polovici ($0,5H$) višine drevesa – D_5 .
- Ugotovili mesto, kjer je premer (brez lubja) vrha 7 cm. Za del debla od panja do točke, kjer je vrh debel 7 cm, smo določili njegovo dolžino – uporabna dolžina debla (L) in njegovo prostornino (telesnino)
- debeljad – čisto telesnino drevesa

Preglednica 1: Pregled izmerjenih dreves po debelinskih stopnjah in višini

Table 1: A survey of the trees measured by diameter class and height

Višina dreves (m) Tree height	Debelinske stopnje / Diameter classes													Skupaj Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	nad 14 over 14	
do 10	5	3												8
10 - 14	4	17	9	1										31
15 - 19	1	8	23	13	2	1								48
20 - 24		1	2	14	16	10	5							48
25 - 29				5	14	22	23	19	16	4	4	2		109
30 - 34				2		5	12	11	14	15	10	5		74
35 - 39									2	5	3	1	2	13
40 in več 40 and more										1				1
Skupaj Total	10	29	34	35	32	38	40	30	32	25	17	8	2	332

Največji prsni premer 81cm.

The greatest breast-height diameter 81cm.

Najvišja višina 41m.

The greatest height 41cm.

Preglednica 2: Pregled izmerjenih dreves po prsnem premeru (brez lubja) in uporabni dolžini debla

Table 2: A survey of the trees measured by the breast-height diameter (without bark) and the usable stem length

Uporabna dolžina debla (m) Usable stem length	Prsni premer drevesa brez lubja (cm) Breast-height diameter of a tree without bark													Skupaj Total
	do 15	15 19	20 24	25 29	30 34	35 39	40 44	45 49	50 54	55 59	60 64	65 69	70 <	
do 10	16	11	1											28
10 - 14	3	23	20	4										50
15 - 19		1	11	16	7	2								37
20 - 24			3	13	24	20	16	4	2	1	1			84
25 - 29			1		3	13	23	27	14	12	3	2		98
30 - 34						1	2	5	10	7	7			32
35 in več 35 and more										1			2	3
Skupaj Total	19	35	36	33	34	36	41	36	36	21	11	2	2	332

Najkrajše deblo 3m.
The shortest stem 3 mNajdaljše deblo 37 m.
The longest stem 37 mNajvečji prsni premer 77 cm.
The greatest breast-height diameter 77 cm

- U V - (vse brez lubja).

- Razlika med višino drevesa (H) in uporabno dolžino (L) z višino panja 0,20 m je dolžina vrha (Lv).

$$Lv = H - (L + 0,20)$$

- Iz obličnice smo ugotavljali vse preme-
re brez lubja. Prsni premer brez lubja smo
izračunali z odštevanjem dvojne debelinelubja od izmerjenega premera z lubjem.
Vse izračune (korelacijske, regresijske,
sestavbo tablic) smo izvedli s premeri brez
lubja. Tako smo povečali natančnost izra-
čunov. Izognili smo se napakam zaradi
različne debeline lubja. Kjer smo rabili
(tablice debeljadi) prsne preme-
re z lubjem, smo računali s prsnimi premeri z lubjem.

– Oblikovno število smo definirali kot razmerje uporabne telesnine drevesa (UV) in valja, ki ima enak premer kot je prsni premer drevesa brez lubja (Dp) in enako dolžino, kot je višina drevesa.

$$f = UV / 0,7854 D_p^2 \quad H = UV / gH$$

– Količina iz debela izdelanih sortimentov: Deblo smo krojili (modelno – z računalnikom) na 4 m (komercialna mera) dolge kose. Upoštevali smo 6 cm nadmere in 1 cm za žaganje. Tako so bili kosi dejansko dolgi 4,07 m. Za vsak tak kos (hlod) in ostanek do vrha debela (do 7 cm premera brez lubja) smo ugotovili srednji premer (Ds) na 1 mm natančno. Za potrebe računanja komercialne prostornine kosa smo ga zaokrožili navzdol in izračunali prostornino. Vsota vseh kosov v deblu je tako komercialna prostornina (volumen) debela (V).

– Izkoristek (I) je razmerje med količino iz debela izdelanih sortimentov in uporabnim volumenom debela

$$I = V / UV$$

– Izguba (Iz) je razlika izkoristka do celotne telesnine debela

$$Iz = 1 - I$$

in predstavlja izgubo lesa zaradi napak izmere (oblike debela in zaokroževanja mer), nadmere in žaga (prereza).

Z ustreznimi korelacijskimi, regresijskimi in drugimi analizami osnovnih in izračunanih (UV, V, L, D₃, D₅, f) podatkov smo nato ugotavljali medsebojne zveze, uporabne regresijske enačbe, vplivne dejavnike in način njihovega delovanja ter napake (ocene zanesljivosti) izračunanih rezultatov.

3 IZSLEDKI RAZISKAVE

3 RESEARCH RESULTS

3.1 Debelina lubja v prsni višini (pri prsnem premeru)

3.1 Bark Thickness at the Breast-Height (at the Breast-Height Diameter)

V raziskavi o debelini lubja (REBULA, 1993) nismo posebej raziskali debeline

lubja v višini prsnega premera. Zato smo to storili sedaj.

Raziskava kaže, da debelina lubja v prsni višini drevesa (pri prsnem premeru) zelo variira. Zvezo dvojne debeline lubja v prsni višini (DLp) in pri prsnem premeru drevesa brez lubja (Dp) podaja regresijska enačba (DL – v cm)

$$DLp = 0,873 + 0,0292Dp \quad r = 0,74$$

S prsnim premerom drevesa smo uspeli pojasniti komaj 55% vse variance debeline lubja v prsni višini. Po tej enačbi izračunana dvojna debelina lubja je obremenjena s povprečno napako 3,8 mm, maksimalne napake pa lahko presežejo tudi 8 mm.

Poskus, da bi del variance debeline lubja pri prsnem premeru pojasnili z dolžino debela ni prinesel uspeha. Dolžina debela je izpadla kot neznatna.

Poskusili smo tudi z oblikovnim številom. Regresijska enačba zveze prsnega premera z lubjem (D), oblikovnega števila (f) ter debeline lubja pri prsnem premeru je

$$DLp = 0,0177D^{0,681}f^{0,355} \quad R = 0,70$$

Zveza kaže, da imajo daljša drevesa pri enakemu prsnemu premeru nekoliko debelejša lubja.

Kaže, da debelina lubja pri prsnem premeru variira bolj kot višje na deblu.

3.2 Zveza prsnega premera z lubjem in prsnega premera brez lubja

3.2 A Correlation between Breast-Height Diameter with Bark and Breast-Height Diameter without Bark

Zvezo velikosti prsnega premera z lubjem (D) in brez lubja (Dp) dajeta regresiji

$$D = 0,873 + 1,029Dp \quad r = 0,9997$$

$$Dp = -0,824 + 0,971D \quad r = 0,9997$$

Kljub skoraj funkcijski zvezi je tako izračunan prsni premer obremenjen s povprečno napako 3,8 mm, prav toliko, kolikor je povprečna napaka pri izračunu debeline lubja. Tudi maksimalna napaka je enaka. To je razvidno tudi iz primerjave gornjih regresijskih enačb z enačbo v prejšnjem poglavju. Razlike med enačbami so neznatne in izhajajo iz narave regresijskih enačb.

3.3 Dolžina vrha

3.3 Stem Top Length

Vrh smo definirali kot ostanek debla od mesta, kjer je deblo debelo 7 cm (brez lubja), do vrha drevesa. Je preostali del debla, ki ga ponavadi ne izrabimo in ostane v gozdu. Dolžino vrha (L_v) smo definirali po metodiki.

Regresijska enačba za izračun dolžine vrha je:

$$L_v = 4,203 - 0,1445D + 0,00127D^2 + 0,0345H; R = 0,865$$

Regresija nam kaže, da imajo korenasta drevesa (večji D pri enakem H) krajše vrhe. Jedra, stegnena drevesa (daljša pri enaki debelini) pa daljše vrhe. Zveza je precej tesna, saj z njo pojasnimo kar 73 % variance. Povprečna napaka ocene dolžine vrha $Se = 0,33m$, kar je okoli 1/6–1/5 dolžine vrha. Ekstremne napake takega izračuna pa dosežejo skoraj 40 % dolžine vrha.

3.4 Zveza med uporabno dolžino debla in višino drevesa

3.4 A Correlation between the Usable Stem Length and the Tree Height

$$L = 0,9655H - 4,203 + 0,1445D - 0,00127D^2$$

oziroma

$$H = 1,0346L + 4,353 - 0,1495D + 0,00131D^2$$

Zvezo med uporabno dolžino debla (L) in višino drevesa (dolžino debla H) nam dajeta enačbi:

Enačbi sta izračunani z upoštevanjem zveze med višino drevesa in uporabno dolžino debla, dano po metodiki dela. Povprečna napaka izračunov je okoli 0,35m, največja pa 0,7 do 0,8m.

3.5 Premeri debla pri različnih višinah drevesa

3.5 Stem Diameters at Various Tree Heights

V nemški strokovni literaturi, ki obravnava izmero celih debel, je pogosta razdelitev debla na relativno enako dolge dele, sekci-

je. To je t.i. Hohenadlavo sekcioniranje, kjer celo deblo razdelijo v 5 relativno enako dolgih (po 0,2 dolžine debla) sekcij. Srednji premeri teh sekcij so tako (če začnemo pri panju) na višinah:

1. na 0,1 H
2. na 0,3 H
3. na 0,5 H, na sredini dolžine debla
4. na 0,7 H
5. na 0,9 H

Če poleg prsnega premera pri izračunavanju telesnine debla upoštevamo še gornje premere, zelo povečamo natančnost izračuna. To smo ugotovili tudi v naši raziskavi in bomo prikazali pozneje.

Pri praktični uporabi uporabljajo poleg prsnega premera, po navadi dodatno še premere na 0,3H ali 0,5H. Prvega je lažje izmeriti, je navadno pod krošnjo, drugi pa nekoliko izboljša izračun.

V naši raziskavi smo ugotavljali vse premere. Ugotovili smo, da je smotno računati le s premeroma na 0,3H = D_3 in na polovični višini – 0,5H = D_5 . Zato tu obravnavamo le ta dva.

Zvezo prsnega premera debla z lubjem (D) in višine drevesa (H) s premerom D_3 (brez lubja) nam kažeta regresijski enačbi:

$$3.51$$

$$D_3 = 0,9756D^{0,8761}H^{0,069};$$

$$R = 0,9914 \quad Se = \pm 5,43 \%$$

$$3.52$$

$$D_3 = 0,023 + 0,825D - 0,0024D^2 + 0,0019DH;$$

$$R = 0,9872 \quad Se = \pm 1,7cm$$

Zvezoprsnega premera in višine drevesa s premerom debla na polovici višine (D_5) pa ponazarjata enačbi:

$$3.53$$

$$D_5 = 0,8366D^{0,8641}H^{0,0744}$$

$$R = 0,9856 \quad Se = \pm 7,06\%$$

$$3.54$$

$$D_5 = 2,092 + 0,588D$$

$$R = 0,9800 \quad Se = \pm 1,76 cm.$$

Kljub visokim korelacijam sta izračuna D_3 in D_5 iz prsnega premera in višine drevesa razmeroma tvegana. Računamo

lahko z največjimi napakami okoli 4 cm oziroma 11 do 13 %, kar je razmeroma veliko. Zanimivo je, da višina drevesa zelo malo prispeva k natančnosti izračuna.

Opisana raziskava zvez premerov debla na različnih višinah drevesa nam kaže predvsem dejstvo, da so oblike naših jelk zelo različne. Pri enakem prsnem premeru in enaki višini drevesa so vmesni premeri (D_3 , D_5) precej različni. Od tod majhna natančnost izračunov iz regresijskih enačb.

3.6 Oblikovno število (f)

3.6 Form Height Number (f)

Ugotavljali smo le t.i. nepravo oblikovno število, kot je opisano v poglavju o metodiki dela.

Je razmerje deblovine (brez lubja) debla in valja s premerom D_p in višino H (dolžino debla).

Povprečno oblikovno število (f) je 0,483. To kaže, da so naše jelke razmeroma polnolesne. Razpon oblikovnega števila je razmeroma velik. Ekstrema sta:

minimum $f = 0,340$ in
maksimum $f = 0,632$.

Standardni odklon je $Se = 0,05$ in koeficient variacije $KV = 10,4$ %.

Zvezo oblikovnega števila in posameznih mer drevesa nam kažejo naslednje regresijske enačbe:

3.61	$f = 0,8234D - 0,2302H + 0,0901$
3.62	$f = 0,8501D - 1,3964D_3 + 1,3297$
3.63	$f = 0,9986D - 1,1275D_5 + 1,0487$
3.64	$f = 11738,7D - 1,975H - 0957UV + 0,961$

Vsi koeficienti regresijskih enačb so značilni na stopnji tveganja 0,01%.

Enačbe kažejo, da samo s prsnim premerom in višino drevesa le malo pojasnimo variabilnost oblikovnega števila in s tem tudi obliko debla. Ugotovitev je posledica dejstva, da je vsako deblo sestavljeno iz delov, ki so podobni različnim geometrijskim telesom (presekanil neiloid, parabo-

loid in stožec v deblu, ter stožec, neiloid ali paraboloid na vrhu). Od tod tudi vse težave podajanja telesnine debla z enostavnimi obrazci.

Vključitev še drugih premerov višje na deblu znatno poveča natančnost izračuna oblikovnega števila in pojasni variabilnost oblikovnega števila. Prepolovi napako ocen in z vsemi tremi merami drevesa pojasnimo že 85 – 90% vse variabilnosti. Upoštevaje vseh relevantnih mer (enačba 3.64) kaže velik vpliv telesnine debla na oblikovno število. Kljub temu je variabilnost oblikovnega števila še vedno precejšnja in kaže na razlike obličnice.

Analiza zvez oblikovnega števila z merami drevesa nam kaže iste zakonitosti kot podobna analiza zvez med samimi merami v prejšnjem poglavju. Ta analiza ni toliko pomembna samo zaradi ugotovljenih zakonitosti o teh zvezah. Bolj pomembna je za razumevanje in pojasnjevanje natančnosti izračuna telesnine debla, kar bomo prikazali v naslednjem poglavju.

Pomembno je poudariti še ugotovitev, da oblikovno število (in s tem tudi oblika debla) zelo variira že znotraj posameznega vzorca (rastišča, odseka). Zato deluje kot naključna napaka in je pričakovati, da se napake izravnavajo že pri majhni količini lesa.

3.7 Debeljad debla

3.7 Stem Timber

Debeljad debla (uporabno maso, čisto

$R = 0,6562$	$Se = \pm 8,6$ %
$R = 0,9195$	$Se = \pm 4,4$ %
$R = 0,9253$	$Se = \pm 4,2$ %
$R = 0,9761$	$Se = \pm 2,4$ %

prostomino drevesa UV) nam dajejo regresijske enačbe v preglednici 3 s pripadajočimi multiplimi korelacijskimi koeficienti (R) in standardnimi napakami ocen (Se)

Iz pregleda regresijskih enačb lahko ugotovimo:

1. Zveze med prsnim premerom, dolžino debla in še enim vmesnim premerom kot neodvisnimi spremenljivkami in debeljadjjo drevesa so skoraj funkcijske.

Preglednica 3: Regresijske enačbe za računanje debeljadi jelke

Table 3: Regression equations for calculating the timber of European fir

Št./No.	Enačba/Equations	R	Se
3.71	$UV = 0,0000475D^{1,8161}_H^{1,1002}$	0,9974	$\pm 8,57 \%$
3.72	$UV = 0,0000962D^{1,7286}_L^{1,007}$	0,9979	$\pm 7,65 \%$
3.73	$UV = 0,000124Dp^{1,6858}_L^{1,0038}$	0,9980	$\pm 7,63 \%$
3.74	$UV = 0,0000491D^{0,6350}_{D_3}^{1,3482}_H^{1,0071}$	0,9994	$\pm 4,18 \%$
3.75	$UV = 0,0000572D^{0,9129}_{D_5}^{1,0452}_H^{1,0224}$	0,9994	$\pm 4,18 \%$
3.76	$UV = 0,1037 + 0,00003014D^2_H$	0,9872	$\pm 0,197 m^3$
3.77	$UV = -0,1167 + 0,000662DH + 0,00002074D^2_H$	0,9896	$\pm 0,177 m^3$
3.78	$UV = 0,0000807D^{2,6280}$	0,9893	$\pm 18,2 \%$
3.79	$UV = 0,000119Dp^{2,5588}$	0,9894	$\pm 18 \%$

V enačbah pomenijo:

UV = debeljad drevesa brez lubja v m³

D = prsni premer, z lubjem, v cm

Dp = prsni premer brez lubja v cm

D₃ = premer debla v višini 0,3 višine debla, brez

lubja, v cm

D₅ = premer debla na 0,5 (polovici višine debla), brez lubja, v cm.

H = višina drevesa v m

L = uporabna dolžina debla v m

2. Z dolžino debla (L ali H) in prsnim premerom drevesa pojasnimo okoli 99,5 % variabilnosti debeljadi. Z vključitvijo enega od vmesnih premerov (D₃ ali D₅) pa pojasnimo 99,9 % vse variabilnosti debeljadi. Sam prsni premer pojasni okoli 98 % variabilnosti.

3. Vsi regresijski koeficienti so značilni na stopnji tveganja manjši od $p = 0,01 \%$.

4. Računanje telesnine debla le s prsnim premerom je zelo tvegano. Največje napake so lahko do 40%. Kljub tako tesnim zvezam je izračun debeljadi za posamezno drevo s pomočjo prsnega premera in dolžine debla lahko napačen za prek 20%.

5. Če v računanje vključimo še kak vmesni premer (D₃ ali D₅), tveganje izračuna prepolovimo. Standardna napaka ocene je tako okoli 5%. Maksimalne napake pri posameznem drevesu pa so še vedno okoli $\pm 10\%$.

6. Vsi izračuni so precej natančnejši (možna napaka je manjša za okoli 10%), če računamo z uporabno dolžino debla, namesto z višino drevesa.

Vse ugotovitve v zvezi z natančnostjo

izračuna debeljadi so podobne ugotovitvam v prejšnjih dveh poglavjih o vmesnih premerih in oblikovnemu številu. Pestrost oblike debel, ki je ne moremo popolnoma zajeti v naše regresijske obrazce, povzroča nenatančnost izračunov. Ugotovitve o vmesnih premerih in obličnici tako pojasnjujejo, ilustrirajo, in na neki način opravičujejo razmeroma pomembne možne maksimalne napake izračuna debeljadi za posamezno drevo. V povprečju, če računamo debeljad za večje število dreves, pa so enačbe dovolj natančne.

Enačbe so tako dovolj uporabne. V praksi bodo večinoma uporabljali enačbo 3,71. Za natančnejše in zanesljivejše računanje, zlasti za posamezna drevesa (majhne količine), kaže izmeriti še kakega od vmesnih premerov. Veliko lažje izmerimo D₃, je pa enako zanesljiv kot D₅.

3.8 Količina iz debla izdelanih sortimentov

3.8 The Quantity of the Assortments prepared from the Stem

Količina iz debla izdelanih sortimentov (V), je vsota komercialnih mer (ugotovljenih po določilih o izmeri sortimentov in brez nadmer) vseh kosov (po 4 m in ostanka do vrha) v deblu. Tako nam predstavlja (komercialno) tržno telesnino debla. To je telesnina debla, ki jo po določilih standarda lahko prodamo. Kažejo jo enačbe:

3.81	$V = 0,0000376D^{1,8307}H^{1,1316}$	$R = 0,9972,$	$Se = \pm 9,03 \%$
3.82	$V = 0,0000777D^{1,7458}L^{1,03}$	$R = 0,9977,$	$Se = \pm 8,29 \%$
3.83	$V = -0,1149 + 0,000593DH + 0,00002D^2H$	$R = 0,9888,$	$Se = \pm 0,174m^3$
3.84	$V = 0,000101Dp^{1,702}L^{1,027}$	$R = 0,9977,$	$Se = \pm 8,29 \%$

Znaki v enačbah so isti, kot v preglednici 3. Tudi ugotovljene zakonitosti, glede natančnosti in zanesljivosti enačb, so zelo podobne onim v prejšnjem poglavju (3.7). Zato jih ne kaže ponavljati.

3.9 Izkoristek deblovine

3.9 Stemwood Yield

Povprečen izkoristek (razmerje $\Sigma V : \Sigma UV$) deblovin je 0,9318. Aritmetična sredina izkoristka je 0,920. To pomeni, da v povprečju uspemo vnovčiti (zaračunati) 92 – 93% debeljadi. Razlika, 7 – 8%, je izguba, ki nastaja zaradi žaganja, nadmer in določil o izmeri lesnih sortimentov.

Izkoristek deblovine se spreminja od debla do debla in se giblje v razmeroma širokem razponu. Najslabši je pri drobnem, kratkem in korenastem lesu (minimum je $I = 0,842$), boljši je pri dolgem, debelem in jedrem lesu (maksimum je 0,967). Standardna deviacija je $Se = \pm 0,02$. Tako je $KV = 2,17\%$. To kaže, da je pri večini debel izkoristek blizu povprečja.

Za oceno izkoristka, v odvisnosti od mer debla, smo izračunali naslednji enačbi:

3.91	$I = 0,7921D^{0,0146}H^{0,0315};$	$R = 0,7053,$	$Se = \pm 1,71 \%$
3.92	$I = 0,8706 + 0,000306D + 0,0016H;$	$R = 0,7106,$	$Se = \pm 1,53 \%$

Obe enačbi kažeta, da izkoristek narašča z večjo debelino in višino. Na spremembo izkoristka bolj vpliva spreminjanje višine kot spreminjanje debeline.

4 TABLICE ZA JELKO

4 TABLES FOR THE EUROPEAN FIR

Preden predstavimo tablice debeljadi in drugih količin za debela jelk, moramo odgovoriti na nekaj vprašanj v zvezi z uporabo – na splošno – tablic in posebej v

zvezi z zanesljivostjo in natančnostjo tablic.

4.1 Uporabnost tablic debeljadi

4.1 The Applicability of Timber Tables

Tablice smo izračunali iz ustreznih regresijskih enačb. Tablice 1, 2, 4 in 7 smo izračunali z izmerjeno višino drevesa in prsnim premerom z lubjem. Tablici 3 in 6 sta izračunani s prsnimi premeri brez lubja (Dp) in uporabno dolžino (L) drevesa. Tablica 5 je izračunana s prsnim premerom z lubjem (D) in uporabno dolžino debla (L). Te mere potrebujemo za rabo tablic.

Težave so tu z ugotavljanjem mer drevesa. Vse mere lahko izmerimo le pri podrtih (posekanih) drevesih. Če pa je drevo že obdelano, je po navadi privršeno (odžagan vrh). Ta je po navadi odžagan na mestu, kjer je vrh še debelejši od 7 cm. Tako ne moremo ugotoviti uporabne dolžine debla. Lahko jo le ocenimo. Taka cenitev je uporabna, saj napaka pri oceni dolžine za kak decimeter (0,1m) malo vpliva na natančnost ugotovljene količine. Na osnovi ustreznih mer debla v tablici odčitamo iskano količino.

Ugotovimo lahko, da so tablice debeljadi

uporabljive za vsakogar, ki zna in more (ima instrumente – višinomer) izmeriti ustrezne mere drevesa ali debla.

4.2 Reprezentančnost tablic

4.2 The Representation Character of the Tables

Tablice so toliko zanesljive, kolikor je reprezentančen vzorec izmerjenih dreves, iz katerih so izračunane.

Vzorec je naključno izbran v dinarskem gozdu jelke in buke na gozdnem obratu Bukovje (GG Postojna). Podrobno je to opisano v literaturi (REBULA 1993).

Sestavo vzorca po debelinah in višinah nam kaže preglednici 1 in 2. V prvi so drevesa razporejena po merah, ki jih merimo v gozdu (prsni premer z lubjem, višina drevesa). V drugi so razporejena po merah (prsni premer brez lubja, uporabna dolžina debla), ki jih lahko izmerimo na obdelanih deblih.

Iz preglednic je razvidno, da vzorec zajema vse pri nas običajne debeline in višine dreves.

Natančnejša analiza reprezentančnosti vzorca, ki je izvedena s primerjavo debelinskega in višinskega (višin drevja) razpona drevja v našem vzorcu in z razponi v deblovnih Schuberga za jelko, kaže naslednje:

Debelinski razpon je enak kot pri Schubergu.

Pri tanjšem drevju (do 30 cm prsnega premera) smo v našem vzorcu zajeli celo nižja drevesa, kot jih izkazuje Schuberg. Schuberg ima tu veliko daljša drevesa – celo 5 – 6 m – kot smo jih našli (zajeli) mi.

Pri srednjih debelinah (30 – 50 cm prsnega premera) je višinski razpon pri Schubergu za 2 – 3 m večji na spodnji in gornji meji.

Pri najdebelejšem drevju so razlike v razponih spet manjše. So le 1 – 2 m na spodnji in gornji meji.

Podoben razpon mer (premerov in višin) je ugotovil tudi ŠPIRANEC (1976) pri proučevanju jelke na Hrvaškem. Bistvena razlika je le pri debelini. V njegovem vzorcu je zelo veliko debelega drevja. V vzorcu, ki šteje 3844 dreves, je kar 22 % analiziranih dreves debelejših od 60 cm in celo skoraj 2 % debelejših od 80 cm prsnega premera.

Take debeline so pri nas redke. Tudi tako visokih dreves (44 – 47,5 m) pri nas nismo našli. Take višine pa so redke tudi drugod, saj je tudi pri tako debelih drevesih našel le 1,3 % dreves višjih od 39 m.

V njegovem vzorcu je kar 3697 dreves, ali 96 % z Dinaridov. Zato so njegovi izsledki dobra osnova za vrednotenje naših ugotovitev, ki izhajajo iz veliko manjšega (le slabih 9 %) vzorca.

ČOKL (1962) daje podrobno sestavo modelnih dreves le za smreko. Zato ni možna natančna primerjava. Iz razpona podatkov v izračunanih deblovnih za jelko (ČOKL 1962) pa lahko sklepamo, da smo v našem vzorcu zajeli širši razpon, tako po debelini kot višini.

Tablice so izračunane v približno enakih razponih, kot jih ima Schuberg. Lahko ugotovimo, da naš vzorec pokriva, po dimenzijah izmerjenega drevja, pretežno večino slovenskih gozdov. Zato je večina izračunanih vrednosti znotraj vzorca. Le za ekstremne dolžine drevja (po 2 – 3 m) na zgornji in spodnji meji so izračunane vrednosti debeljadi ekstrapolirane.

4.3 Natančnost in zanesljivost tablic

4.3 The Accuracy and Reliability of the Tables

Tablice so izračunane iz enačb, ki vsebujejo po dve neodvisni spremenljivki.

V poglavju 3. smo navedli standardne napake ocene vseh teh enačb. So okoli 8 – 9 %. V praksi lahko izjemoma računamo z maksimalnimi napakami, ki so dvakrat večje od povprečja. V našem primeru so 18 – 20 %. To velja za oceno debeljadi ali druge količine za posamezno drevo. Vzroke za taka odstopanja smo pokazali (in pojasnili) z obliko debel, ki jo ponazarja oblikovno število – f – (v poglavju 3.6).

V poglavju 3.7. smo tudi pokazali, da napako ocene debeljadi lahko prepolovimo, če poleg prsnega premera pri izračunu upoštevamo še kak premer (D_3 ali D_5) više na deblu. Tudi tablice, ki bi jih tako izračunavali, bi bile zaneslivejše. Bile bi pa komaj uporabne, predvsem iz dveh razlogov:

1. V praksi zelo redko (le za posebne, znanstvene namene) merimo višje preme-

re. Praktiki običajno tudi nimajo potrebnega orodja za merjenje takih premerov na stoječem drevju.

2. Tablica bi bila zelo obsežna in zato manj pregledna.

Danes, ko lahko že vsak računa z računalniki, tablice izgubljajo svojo vlogo in pomen. Pomembnejše so enačbe. Te smo navedli. Z njimi si vsak lahko izračuna debeljad.

Pravilnost tablic smo preverili tudi na vzorcih. Preverili smo jih tako, da smo dejansko debeljad ali drugo značilnost drevesa primerjali s količino, izračunano po obrazcu. Za preverjanje smo izoblikovali 4 stratumne:

1. drobno in kratko:

prsni premer (brez lubja – tudi v drugih stratumih) do 44,9 cm

uporabna dolžina debla do 19,9 m

V stratumu je bilo 116 debel z (izmerjeno – dejansko) debeljadjo 38,46 m³.

2. drobno in dolgo:

prsni premer do 44,9 cm

uporabna dolžina debla 20,0 m in več

V stratumu je 117 debel s 156,63 m³ debeljadi.

3. debelo in kratko:

prsni premer 45 cm in več

uporabna dolžina do 27,9 m

V stratumu je bilo 44 debel z debeljadjo 114,51 m³

4. debelo in dolgo:

prsni premer 45 cm in več

uporabna dolžina debla 28 m in več

V stratumu je bilo 54 debel z debeljadjo 184,94 m³

Za enačbo 3.71, oziroma tablico 3, so povprečne in ekstremne relativne in absolutne napake prikazane v preglednici 4.

Preglednica kaže, da so napake ocene v okviru pričakovanega. Povprečne napake vzorca so razmeroma majhne. Omembe vredni sta le napaki v 3. in 4. stratumu. Kažeta, da v povprečju tu izračunamo nekoliko previsoko debeljad.

Ekstremne napake so visoke. Imeli smo "srečo" in zajeli tudi tistih 5% dreves z najvišjimi napakami. Gre za drevesa, ki po svoji obliki ekstremno odstopajo od povprečja.

Podrobnejši pregled kaže, da so povsod (pri vseh debelinah in dolžinah) odstopanja navzgor in navzdol. Najmanjša so odstopanja pri srednjih merah. Tu je običajno tudi največ lesa. Prav tako ta pregled kaže, da že pri obravnavi 3 – 5 debel skupaj povprečna napaka ne presega 4 %.

Ugotovljene napake se v praksi izravnavajo in omilijo. Previsoke ocene pri najdebelejših in najdaljših deblih pa lahko celo zboljšajo rezultate. Gre za to, da pri računanju tržne količine lesne mase (vsota količine izdelanih sortimentov) upoštevamo enak odpadki (izkoristek) za vse debeline. Ta je pri debelem drevju manjši.

Povprečne in ekstremne napake ocen za druge znake (količine), po stratumih in

Preglednica 4: Povprečne in ekstremne napake ocene debeljadi računane po obrazcu 3.71.

Table 4: The average and extreme errors of timber estimate - calculated by the formula 3.71

S T R A T U M	Meje stratuma <i>Stratum's limits</i>		Povprečna napaka dolžina ocene <i>The average error of estimate</i>	Ekstremne napake <i>Extreme errors</i>				Povprečna debeljad debla <i>The average stem timber</i> (m ³)
	prvi premer brez lubja <i>Breast- nigh diameter without bark</i>	uporabna dolžina debla <i>Usable stem length</i>		Previsoka ocena <i>A too high estimate</i>		Prenizka ocena <i>A too low estimate</i>		
				Absol. <i>Absol.</i>	Relat. <i>Relativ.</i>	Absol. <i>Absol.</i>	Relat. <i>Relativ.</i>	
(cm)	(m)	(%)	(m ³)	(%)	(m ³)	(%)		
1	do 45	do 19	- 0,22	0,10	23	0,09	20	0,33
2	do 45	19 <	+ 0,07	0,28	21	0,27	20	1,34
3	45 <	do 28	+ 0,48	0,66	23	0,44	13	2,60
4	45 <	28 <	+ 1,17	0,79	31	0,84	21	3,42
S K U P A J / Total			0,34	0,79	31	0,84	21	1,49

skupno, smo prikazali v preglednici 5.

V preglednici 5 vidimo, da so napake ocen (izračunov po enačbah) posameznih znakov, podobne. Razlikujejo se glede na to, s katero enačbo so izračunane. Podatki v preglednici 5 nam potrjujejo ugotovitve o natančnosti posameznih regresijskih enačb iz poglavja 3. Izračuni s "čistimi" merami drevesa (brez lubja, uporabno dolžino debla) dajejo natančnejše rezultate. Največjo zanesljivost zagotavljajo enačbe z dodanim premerom (D_3 ali D_5). Tu so povprečne napake najmanjše. Pomembno je, da z upoštevanjem teh mer prepolovimo ekstremne napake.

Iz primerjave lahko zaključimo, da so izračunane enačbe in z njimi izračunane tablice dovolj zanesljive in tako uporabne pri vsakdanjih potrebah prakse.

4.4 Primerjava z deblovnici za celjski okraj

4.4 A Comparison of Volume Tables for the Celje District

ČOKL (1962) je za debeljad jelke v celjskem okraju ugotovil enačbo:

$$V = 0,0000449D^{1,6883}H^{1,2943}$$

V je debeljad z lubjem v m^3 .

Če gornjo enačbo delimo z našo enačbo (iz naslednjega poglavja) za debeljad z lubjem, dobimo relativne razlike deblovnici (debeljad z lubjem).

$$R = 0,755D^{-0,0952}H^{0,1941}$$

Enačba kaže, da ima pri enakih premerih drevje po celjskih deblovnicih manjšo prostornino, pri enakih višinah pa večjo. Drevje je bilo v celjskem okraju bolj polnolesno.

Primerjava srednjih odklonov (s) in ocen možnih povprečnih napak (Se) kaže, da je

Preglednica 5: Povprečne in ekstremne napake (v %) ocene posameznih značilnosti debel po stratumih

Table 5: The average and extreme errors of estimate (in %) of individual stem characteristics by strata

Oce- njena značil- nost <i>Estim. char.</i>	STRATUM												Skupaj pov- prečje <i>The average- total</i>
	1			2			3			4			
	Pov- prečje	Ekstrem. <i>extreme</i>		Pov- prečje	Ekstrem. <i>extreme</i>		Pov- prečje	Ekstrem. <i>extreme</i>		Pov- prečje	Ekstrem. <i>extreme</i>		
	<i>The average</i>	+	-	<i>The average</i>	+	-	<i>The average</i>	+	-	<i>The average</i>	+	-	
UV ₂	+ 0,28	23	16	+ 0,89	21	17	+ 0,70	23	17	- 1,43	24	21	+ 0,28
UV ₃	- 0,21	22	10	- 0,38	7	8	+ 0,55	10	8	+ 1,31	12	6	+ 0,08
UV ₄	- 0,23	14	10	- 0,47	9	12	+ 0,87	9	5	+ 1,31	12	7	+ 0,08
V ₁	- 0,07	21	21	+ 0,09	24	20	+ 1,45	24	14	+ 1,02	34	21	+ 0,37
V ₂	+ 0,49	25	16	+ 0,86	23	17	+ 0,73	25	14	- 1,59	27	21	+ 0,32
I	+ 0,15	6	8	0,00	3	3	- 0,05	2	2	- 0,20	2	3	+ 0,01
F	- 0,22	23	19	+ 0,16	24	21	+ 1,34	25	14	+ 1,09	27	20	+ 0,34

Opombe: UV₂ – debeljad, računana po enačbi 3.73, na osnovi Dp in L

Notes: UV₂ – timber calculated by the equation 3.73, based on Dp and L

UV₃ – debeljad računana po enačbi 3.74, na osnovi D, D₃ in H

UV₃ – timber calculated by the equation 3.74, based on D, D₃ and H

UV₄ – debeljad, računana po enačbi 3.75, na osnovi D, D₅ in H

UV₄ – timber calculated by the equation 3.75, based on D, D₅ and H

V₁ – tržna telesnina debla, računana po enačbi 3.81, na osnovi D in H

V₁ – commercial stem volume, calculated by the equation 3.81, based on D and H

V₂ – tržna telesnina debla, računana po enačbi 3.84, na osnovi Dp in L

V₂ – commercial stem volume, calculated by the equation 3.84, based on Dp and L

Preglednica 6: Primerjava naših deblovnice z deblovnice za celjski okraj
 Table 6: A comparison of our volume tables with those for the Celje district

Višina drevja Tree height m	Prsni premer cm / Breast-height diameter						
	10	20	30	40	50	60	70
10	0,948	0,888					
15	1,026	0,960	0,924				
20		1,015	0,977	0,951	0,931		
25		1,060	1,020	0,993	0,972	0,955	
30			1,057	1,028	1,007	0,989	0,975
35				1,060	1,037	1,019	1,005
40				1,087	1,065	1,046	1,031

Višina (m), pri kateri je debeljad enaka The height at which timber is equal							
13,2	18,5	22,6	26,0	29,0	31,7	34,2	

bilo v celjskem okraju drevje bolj heterogeno. Zato so tudi povprečne napake večje.

Podrobnejša primerjava je prikazana v preglednici 6. V zgornjem delu preglednice je prikazana primerjava debeljadi debel posameznih mer. V spodnjem delu pa smo izračunali višine drevja, pri katerih je debeljad enaka v obeh deblovnice (po obeh enačbah).

V preglednici 6 vidimo, da se prostornine debel povprečnih mer, običajnih višin, skoraj ne razlikujejo.

Debla imajo enako prostornino pri višinah, ki so navedene v spodnjem delu preglednice in potekajo blizu sredine razpona. Te višine ustrezajo višinam za 7. razred vmesnih tarif (ČOKL 1980), višinam za 6. razred pri drobnejšem drevju, oziroma za 7. razred (pri debelejšem drevju) prirejenih Schaefferjevih tarif in sečejo 9., 8. in 7. razred prirejenih Alganovih tarif.

Vidimo, da so deblovnice v povprečnih okoliščinah enake. Pri stegnjenem drevju (večje višine ob enakih prsni premerih) kažejo deblovnice za celjski okraj večje telesnine, pri bolj čokatem drevju pa manjše. Pomembnejše razlike so torej le pri ekstremno oblikovanih drevesih, pri drevesih z ekstremnimi (izjemnimi) oblikovnimi števili. Če razlike med deblovnice (našimi in za celjski okraj) primerjamo s srednjimi odkloni regresij in pričakovanimi srednjimi napakami izračunov, lahko trdimo,

da so razlike med deblovnice statistično neznatne.

4.5 Primerjave z deblovnice drugih avtorjev

4.5 Comparisons with Volume Tables by other Authors

V preglednici 7 smo prikazali številčne primerjave naših deblovnice z deblovnice drugih avtorjev, na diagramih 1 do 6 pa so te primerjave prikazane grafično. V preglednici je prikazano relativno razmerje telesnine debela določenih mer po deblovnice (tablicah) posameznega avtorja (V_a) in telesnino, ki jo za iste mere debela kažejo naše tablice (UV ali V).

$$R = V_a/UV$$

Na diagramih pa so prikazane razlike (v %) med našimi in tablicami drugih avtorjev.

Tablice smo primerjali s tablicami petih avtorjev. Popolnoma korektni sta le primerjavi z deblovnice HUBAČ-a (HUBAČ 1973) in ALTHERR-ja (ALTHERR 1963). Prve kažejo debeljad brez lubja, druge pa tržno mero debela (količino iz debela izdelanih sortimentov). Tako Hubačeve tablice ustrezajo naši debeljadi debela (UV), Altherrjeve pa tržni meri. Primerjava kaže, da so razlike med tablicami minimalne in bi se pri temeljiti statistični obdelavi verjetno

pokazale kot neznačilne. V splošnem iz primerjave lahko ugotovimo, da kažejo Hubačeve tablice pri kratkih deblih, nekoliko manj izrazito tudi pri drobnih, nekoliko (okoli 0,5 %) manjše telesnine, pri dolgih in debelih pa za 0,5 – 1 % večje telesnine. Altherrjeve tablice pa ravno obratno; pri krajših in tanjših deblih kažejo več (okoli 1,5 – 2 %), pri dolgih in debelih deblih pa manj. Naše tablice so torej med Hubačevimi in Altherrjevimi.

Da smo lahko naše tablice primerjali z drugimi, smo jim priračunali lubje, po ugotovitvah naših predhodnih raziskav (REBULA 1993). Tako smo dobili enačbo:

$$UV_L = 0,00005946D^{1,7835}H^{1,1002},$$

ki daje oceno za telesnino debela z lubjem, kar kažejo tudi deblovnice Schuberga (GRUDNER, SCHWAPPACH 1952), Šuriča (1949) in Špiranca (ŠPIRANEC 1976). Primerjali smo s Schubergovimi deblovnici za starostni razred 80 – 120 let in nad 120 let. Prve deblovnice (80 – 120 let) kažejo povsod nekoliko večje (2 – 4 %) telesnine debel, druge pa znatno (4 – 10 %) večje. Del razlik lahko pripišemo debelini lubja (1 – 1,5 %). Raziskave nemških avtorjev namreč kažejo, da je lubje jelke pri njih debelejšje. Drugi del razlike gre najbrž na račun bolj polnolesnih jelk. Z upoštevanjem navedenega ugotovimo, da so naše tablice zelo blizu tablicam Schuberga. Njegove tablice za starostni razred 40 – 80 let so le neznatno (1 – 1,5 %) višje od naših, žal pa obsegajo le drevje do prsnega premera 45 cm.

Za nas so zlasti zanimive primerjave z avtorji, ki obravnavajo jelko z enakih rastišč (rastlinskih združb), kot pričujoča raziskava. Primerjava s Šuričevimi tarifami (veljajo tudi za smreko) kaže, da so naše deblovnice pri drobnem drevju precej višje. Pri srednjih debelinah (35 – 45 cm) prsnega premera so praktično enake. Pri debelem in kratkem drevju so nekoliko nižje (3 – 4 %), pri debelem in dolgem, pa neznatno 0,5 – 2 % previsoke.

Najbolj temeljito smo naše deblovnice primerjali z deblovnici Špiranca. Razlog za to je v bližini (sorodnosti) vzorcev in razpoložljivosti materialov, ki omogočajo takšne primerjave.

Špiranec je za deblovino jelke, skupaj z vejami debeline nad 3 cm, ugotovil naslednjo regresijsko enačbo:

$$V = 0,00005015D^{1,8775}H^{1,0543}$$

Standardna deviacija je $Se = \pm 0,04268$ ali v % $Se = \pm 9,83$ %. Kljub skoraj 12-krat večjemu vzorcu, je zanesljivost in natančnost Špirančeve enačbe enaka naši. Pomembna je ugotovitev Špiranca, da geološka podlaga (silikatna ali kraškoapnenčasta) ne vpliva na oblikovno število. Oblika jelovih debel je torej povsod enaka. Ugotovil je, da je povprečno oblikovno število $f = 0,481$. To je enako naši ugotovitvi ($f = 0,483$).

Špiranec je debeljad (krupno drvo) računal z odbitkom vejvine. Primerjava z našimi tablicami kaže, da so naše tablice pri drobnem drevju (do 20 cm prsnega premera) nekoliko (1 – 2 % – zlasti pri dolgem drevju) previsoke. Pri debelinah okoli 30 – 40 cm prsnega premera skoraj ni razlik. Pri debelejšem in še zlasti daljšem drevju pa kažejo Špirančeve tablice nekoliko (1 – 2 %) višjo debeljad.

Na osnovi izvedene primerjave lahko ugotovimo, da kažejo predlagane enačbe in tablice debeljadi, ki je nekako v sredini, med debeljadjo, ugotovljeno s tablicami drugih avtorjev. Zato lahko zaključimo, da so predlagane enačbe in tablice realne, pravilne in zanesljive.

4.6 Primerjava debeljadi in izdelanih sortimentov

4.6 A Comparison of Timber and Assortments prepared

Ko smo zbirali osnovne podatke za to raziskavo (REBULA 1993), smo izmerili tudi izdelane sortimente. Njihovo telesnino smo ugotavljali po veljavnih predpisih (brez nadmere, zaokroževanje dolžine in premerov navzdol). Primerjava je prikazana v preglednici 8.

Iz primerjave vidimo, da so izdelali 9,33 % sortimentov manj, kot je dejansko debeljadi, 9,66 % manj kot je debeljadi po tablicah, in 2,69 % manj od tržne mere debel. Razlike so velike, zato jih moramo pojasniti. Pojasnimo jih lahko takole:

Preglednica 7: Primerjava naših deblovnica z deblovnica drugih avtorjev
Table 7: A comparison of our volume tables with those by other authors

Prsni premer Breast-height diameter D cm	Višina drev. Tree height H m	AVTORJI TABLIC / Tables' authors					
		SCHUBERG 80 - 120 l nad 120 l		ŠURIČ	ŠPIRANEC	HUBAČ	ALTHERR
		PRIMERJALNA MASA - OSNOVA PRIMERJAVE Comparative mass - comparison basis					
		Debejad z lubjem Timber with bark				Deb. b. lub. Timber without bark	Izdel.sortim. Assortments prepared
20	10	1,073	1,086	0,831	1,003	0,986	1,016
	15	1,022	1,059	0,850	0,981	0,995	1,057
	20	1,022	1,046	0,894	0,971	1,001	0,996
	25	1,040	1,040			1,005	0,997
30	15	1,061	1,103	0,972	1,006	0,983	1,083
	20	1,046	1,093	0,951	1,000	0,991	1,032
	25	1,047	1,073	0,975	0,994	0,996	1,008
	30	1,041	1,043		0,986	0,999	0,994
40	20	1,039	1,125	1,021	1,014	0,989	1,045
	25	1,028	1,097	1,009	1,014	0,994	1,013
	30	1,026	1,075	0,985	1,009	0,996	1,009
	35	1,026	1,030		1,004	1,001	0,975
50	20	1,056	1,139	1,029	1,019	0,992	1,042
	25	1,041	1,105	1,027	1,020	0,997	1,011
	30	1,034	1,085	1,012	1,020	1,000	0,982
	35	1,027	1,051	1,011	1,018	1,005	1,009
60	25		1,098	1,048	1,020	0,996	0,994
	30	1,044	1,079	1,006	1,023	1,004	0,999
	35	1,029	1,062	0,998	1,024	1,006	0,966
	40		1,039		1,027	1,010	0,932
70	25		1,101	1,047	1,014	1,005	1,006
	30	1,044	1,076	1,004	1,021	1,008	0,976
	35	1,028	1,061	0,978	1,026	1,011	0,943
	40	1,014	1,043	0,992	1,032	1,013	0,910

Z raziskavo (REBULA 1993) smo ugotovili, da namerimo premalo sortimentov zaradi:

1. načina merjenja (predolge sekcije, oblika debla) pri 4 m dolgi oblovin 3,2 %.

2. zapkroževanja premerov na cele cm navzdol za 2,6 %.

3. LIPOGLAVŠEK (1992) ugotavlja, da zaradi nadmere in napačno izmerjenih dolžin pri krojenju oblovine iglavcev namerimo v povprečju za 3,2 % (v razponu od 1,3 do 6,6 %) premalo sortimentov iglavcev.

4. V našem vzorcu so razlike večje, in sicer 9,3 % med izmerjenima količinama in

9,7 % med količino debeljadi, izračunano s tablicami in količino izdelanih sortimentov.

Vzroka za večjo razliko sta predvsem:

– daljši sortimenti (pretežno 8 in 10 m dolgi)

– daljši vrhovi – ostanki v gozdu. Zaradi omele, prelomov ipd., po navadi privršiijo drevo pri debelini, večji od 7 cm.

Vidimo, da je tudi ta primerjava potrdila natančnost in uporabnost tablic. Pokazala pa je tudi, da moramo v praksi računati z razliko 8 – 9 %, med debeljadjo debel in količino prodanih sortimentov.

Za toliko namreč namerimo (in prodamo) premalo lesa zaradi veljavnih predpisov.

Preglednica 8: Primerjava debeljadi in izdelanih sortimentov

Table 8: A comparison of timber and assortments prepared

Enota mere Measure unit	m ³	Razmerje v % Ratio in %		
Dejanska debeljad Real timber	494,53	100	99,64	107,33
Debeljad po tablicah Timber by tables	496,31	100,36	100	107,71
Izdelani sortimenti Assortments prepared	448,37	90,67	90,34	97,31
Tržna mera debel Commercial stem measure	460,77	93,17	92,84	100

4.7 Tablice

4.7 Tables

Iz regresijskih enačb v prejšnjem poglavju smo izračunali tablice, ki so navedene v preglednici, ki sledi.

Vse tablice smo izračunali le za debelinske stopnje (po 5 cm) s sredinami 12,5 cm, 17,5.....67,5 cm, kot so v navadi pri nas. Podrobnejši izračuni (za vsak 1cm prsnega premera) bi zahtevali zelo obsežne tablice. Take pa so danes, v dobi računalnikov in ob ustreznih enačbah, nesmotrne.

V tablicah, kjer smo računali s prsnimi premeri brez lubja (Dp – tablici 4 in 7),

smo to označili v opombi. Tu je n.pr. v 9. debelinski stopnji upoštevan prsni premer 42,5 cm brez lubja.

Št.tab.	NASLOV	Enačba
1	Oblikovna števila	3.61
2	Oblikovne višine	
3	Debeljad jelke	3.71
4	Debeljad jelke	3.73
5	Tržna telesnina debel	3.81
6	Tržna telesnina debel	3.82
7	Tržna telesnina debel	3.84
8	Izkoristek debel	3.91

Diagram 1: Primerjava raznih deblovnic (prsni premer 20 cm)

Graph 1: A comparison of various volume tables (a breast-height diameter of 20 cm)

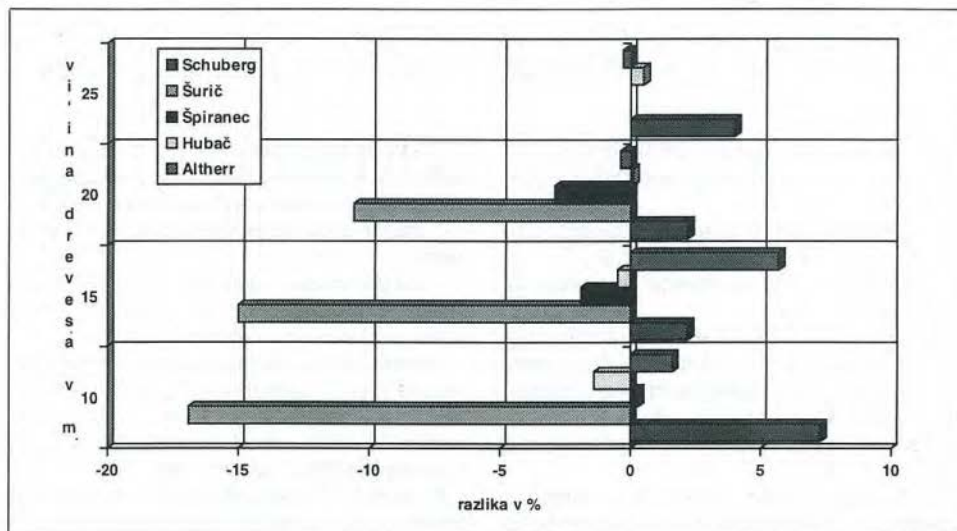


Diagram 2: Primerjava raznih deblovnic (prsni premer 30 cm)

Graph 2: A comparison of various volume tables (a breast-height diameter of 30 cm)

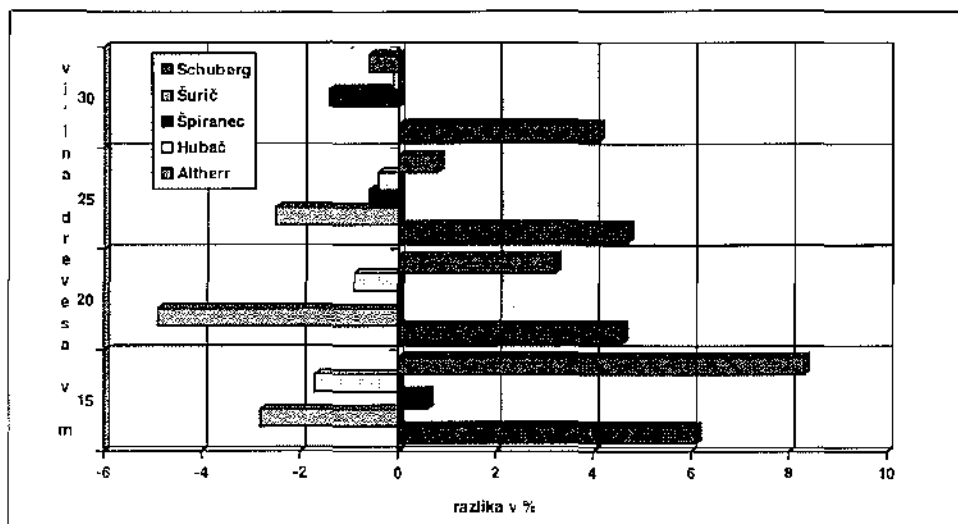
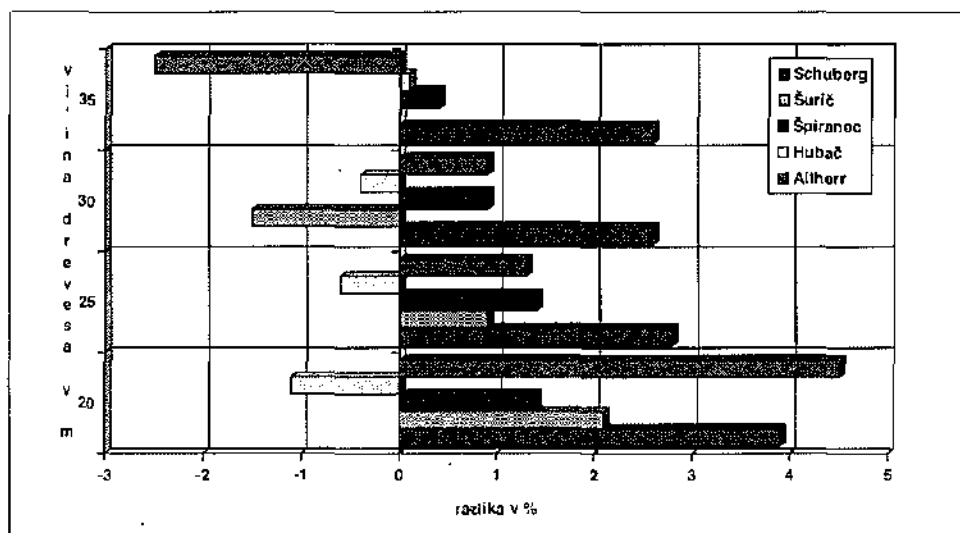


Diagram 3: Primerjava raznih deblovnic (prsni premer 40 cm)

Graph 3: A comparison of various volume tables (a breast-height diameter of 40 cm)



5 POVZETEK IN ZAKLJUČKI

Na Gozdnem gospodarstvu Postojna, Gozdnem obratu Bukovje smo na 2 m dolgih sekcijah merili jelova drevesa. Z metodo

zlepkov (Splitline) smo za vsako drevo ugotovili enačbe njegove obličnice (konture vzdolžnega prereza debla). Z ustreznimi računalniškimi postopki smo za vsako drevo izračunali: prostornino (telesnino)

Diagram 4: Primerjava raznih deblovnic (prсни premer 50 cm)

Graph 4: A comparison of various volume tables (a breast-height diameter of 50 cm)

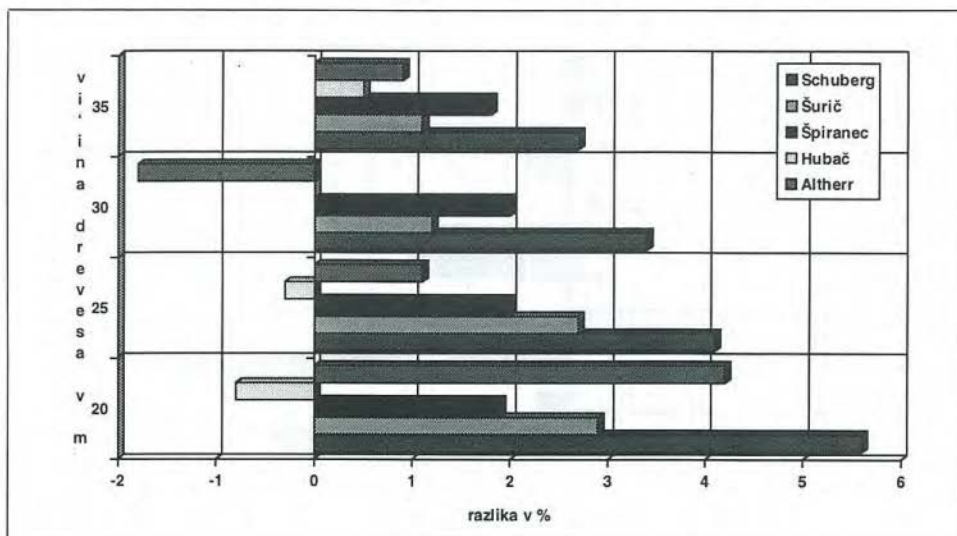
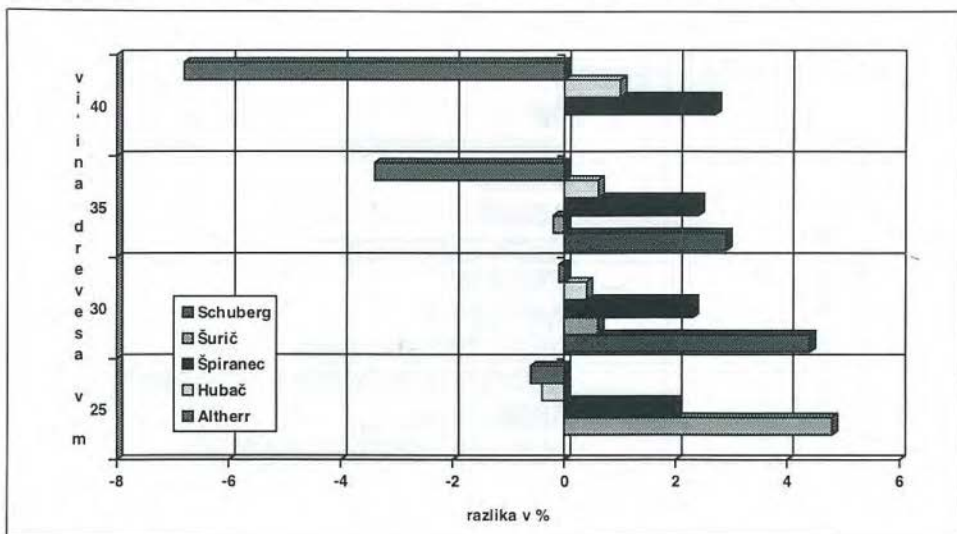


Diagram 5: Primerjava raznih deblovnic (prсни premer 60 cm)

Graph 5: A comparison of various volume tables (a breast-height diameter of 60 cm)

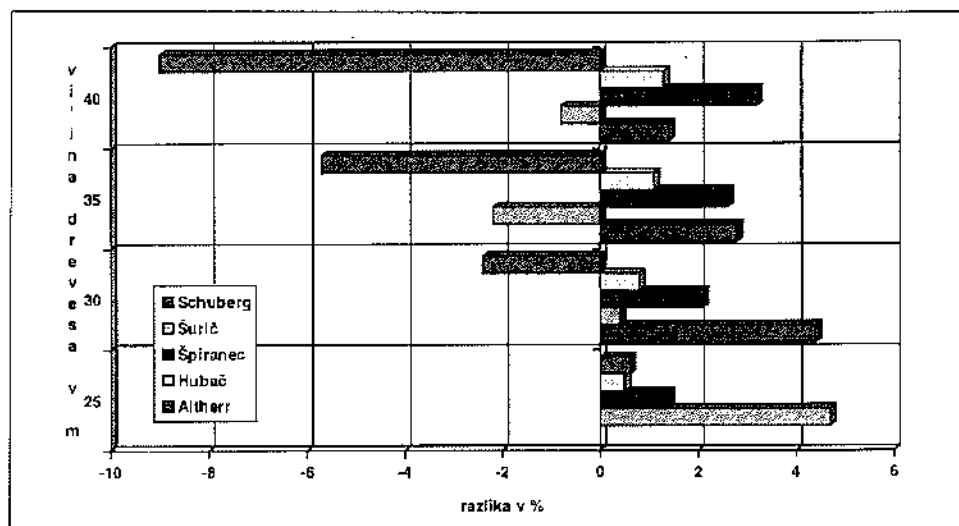


drevesa brez lubja – debeljad drevesa – potrebne premeri (prsní premer, premeri na 0,3 in 0,5 višine debla), uporabno dolžino debla, dolžino vrha, nepravno oblikovno število, količino iz debla izdelanih sortimentov in izkoristek debla. Z regresij-

sko in korelacijsko analizo smo iskali zveze in zakonitosti medsebojnih povezav obravnavanih spremenljivk. Zlasti podrobno smo proučili zanesljivost (natančnost) enačb za izračun debeljadi drevesa. Debeljad in druge količine smo računali s prsnim preme-

Diagram 6: Primerjava raznih deblovnic (prсни premer 70 cm)

Graph 6: A comparison of various volume tables (a breast-height diameter of 70 cm)



rom, dolžino debla ali s prsnim premerom in uporabno dolžino debla. Na koncu smo naredili enačbe za izračun debeljadi in drugih količin za drevesa jelke ter ustrezne tablice.

Raziskava je omogočila naslednje ugotovitve in zaključke.

1. Drevesa smo merili na različnih rastiščih jelovo bukovega dinarskega gozda. Sestava vzorca ter razpon debelin in višin drevja kažejo, da je vzorec dovolj širok (preglednici 1 in 2) in pokriva razpon debelin in višin drevja v naših gozdovih. Prav tako preizkus uporabnosti, natančnosti in zanesljivosti izdelanih tablic kaže, da smo dosegli zaželeno natančnost, ki je običajna pri podobnih tablicah.

2. Medsebojne zveze obravnavanih mer debla so skoraj funkcijske. Korelacijski koeficienti se gibljejo od 0,98 do 0,999. Kljub temu so izračuni razmeroma tvegani. Po navadi so standardne napake izračunov $\pm 4 - 6 \%$, maksimalne možne napake pa se gibljejo med 8 in 10 %. Tako je standardna napaka izračunane debeline lubja za prsne premere $\pm 0,38$ cm. Če računamo dolžino vrha s prsnim premerom in uporabno dolžino debla, lahko računamo s srednjo

napako $\pm 0,33$ m. Uporabno dolžino debla izračunamo iz istih mer drevesa s srednjo napako $\pm 0,35$ m. Podobne napake so tudi, če računamo s prsnim premerom in dolžino debla, premere debla na različnih višinah debla.

3. Oblikovno število debel se giblje v zelo širokih razponih, od 0,34 do 0,63. Računanje oblikovnega števila iz prsnega premera in dolžine debla daje rezultate s srednjo napako $\pm 9 \%$. Razlike so velike tudi znotraj posameznega rastišča.

4. Za računanje debeljadi debla smo izračunali vrsto enačb, s katerimi na osnovi različnih mer drevesa (prsní premer z lubjem ali brez njega, dolžino debla, uporabno dolžino debla, premeri na 0,3 in 0,5 višine debla), izračunamo prostornino debla. Enačbe so obremenjene s povprečno napako 4 – 9 %. Njihov preizkus je pokazal, da so realne, dovolj natančne in zanesljive, enako kot druge podobne enačbe in tablice drugih avtorjev.

5. Enačbe za računanje tržne (komercialne) mere debla – količine iz debla izdelanih sortimentov – so podobne onim za računanje debeljadi. Tudi ugotovitve o natančnosti in zanesljivosti enačb so enake.

6. Povprečni izkoristek deblovine je 93 %, aritmetična sredina izkoristkov pa celo

Tablica 2: Oblikovne višine
Table 2: Form heights

H	Debelinska stopnja / Diameter classes													
(m)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
5	2,66													
6	3,25													
7	3,84													
8	4,44	4,11												
9	5,05	4,67												
10	5,66	5,24	4,95											
11	6,28	5,82	5,49											
12	6,91	6,40	6,04											
13	7,54	6,98	6,59	6,29										
14	8,17	7,57	7,14	6,82										
15	8,81	8,16	7,70	7,35	7,07									
16	9,46	8,75	8,26	7,89	7,59									
17	10,10	9,35	8,82	8,42	8,11	7,84								
18	10,75	9,95	9,39	8,97	8,63	8,35								
19		10,55	9,96	9,51	9,15	8,86	8,60							
20		11,16	10,53	10,06	9,68	9,36	9,10	8,87						
21		11,77	11,11	10,61	10,21	9,88	9,60	9,35	9,14	8,95	8,78	8,63		
22		12,38	11,69	11,16	10,74	10,39	10,09	9,84	9,62	9,42	9,24	9,08		
23		13,00	12,27	11,71	11,27	10,91	10,60	10,33	10,09	9,88	9,70	9,53		
24		13,61	12,85	12,27	11,81	11,42	11,10	10,82	10,57	10,35	10,16	9,98		
25		14,23	13,43	12,83	12,34	11,94	11,60	11,31	11,05	10,82	10,62	10,43		
26			14,02	13,39	12,88	12,46	12,11	11,80	11,54	11,30	11,08	10,89		
27			14,61	13,95	13,42	12,99	12,62	12,30	12,02	11,77	11,55	11,34		
28			15,20	14,51	13,97	13,51	13,13	12,80	12,51	12,25	12,01	11,80		
29				15,08	14,51	14,04	13,64	13,30	12,99	12,72	12,48	12,26		
30				15,65	15,06	14,57	14,16	13,80	13,48	13,20	12,95	12,73		
31				16,22	15,60	15,10	14,67	14,30	13,97	13,68	13,42	13,19		
32				16,15	15,63	15,19	14,80	14,47	14,17	13,90	13,65			
33				16,71	16,16	15,71	15,31	14,96	14,65	14,37	14,12			
34					16,70	16,22	15,81	15,45	15,13	14,85	14,59			
35					17,23	16,75	16,32	15,95	15,62	15,32	15,05			
36						17,27	16,83	16,45	16,11	15,80	15,52			
37						17,79	17,34	16,95	16,60	16,28	15,99			
38							17,85	17,45	17,08	16,76	16,47			
39							18,37	17,95	17,58	17,24	16,94			
40								18,45	18,07	17,72	17,41			

Tablica 1: Oblikovna števila (enačba št. 3.61)
Table 1: Form height numbers (equation No. 3.61)

H	Debelinska stopnja / Diameter classes													
(m)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
5	0,53													
6	0,54													
7	0,55													
8	0,56	0,51												
9	0,56	0,52												
10	0,57	0,52	0,49											
11	0,57	0,53	0,50											
12	0,58	0,53	0,50											
13	0,58	0,54	0,51	0,48										
14	0,58	0,54	0,51	0,49										
15	0,59	0,54	0,51	0,49	0,47									
16	0,59	0,55	0,52	0,49	0,47									
17	0,59	0,55	0,52	0,50	0,48	0,46								
18	0,60	0,55	0,52	0,50	0,48	0,46								
19		0,56	0,52	0,50	0,48	0,47	0,45							
20		0,56	0,53	0,50	0,48	0,47	0,45	0,44						
21		0,56	0,53	0,51	0,49	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41		
22		0,56	0,53	0,51	0,49	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41		
23		0,57	0,53	0,51	0,49	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41		
24		0,57	0,54	0,51	0,49	0,48	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,42		
25		0,57	0,54	0,51	0,49	0,48	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,42		
26			0,54	0,51	0,50	0,48	0,47	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42		
27			0,54	0,52	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42		
28			0,54	0,52	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42		
29				0,52	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42		
30				0,52	0,50	0,49	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42		
31				0,52	0,50	0,49	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,43		
32					0,50	0,49	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,43		
33					0,51	0,49	0,48	0,46	0,45	0,44	0,44	0,43		
34						0,49	0,48	0,47	0,45	0,45	0,44	0,43		
35						0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43		
36							0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43		
37							0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43		
38								0,47	0,46	0,45	0,44	0,43		
39								0,47	0,46	0,45	0,44	0,43		
40									0,46	0,45	0,44	0,44		

Tablica 4: Debeljadj (enačba št. 3.73)

Table 4: Timber (equation No. 3.73)

L	Debelinska stopnja / Diameter classes												
(m)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
5	0,04												
6	0,05												
7	0,06												
8	0,07	0,12											
9	0,08	0,14											
10	0,09	0,16	0,24										
11	0,10	0,17	0,26										
12	0,11	0,19	0,29										
13	0,12	0,20	0,31	0,44									
14	0,12	0,22	0,33	0,47									
15	0,13	0,23	0,36	0,50	0,67								
16	0,14	0,25	0,38	0,54	0,71								
17	0,15	0,27	0,41	0,57	0,76	0,96							
18	0,16	0,28	0,43	0,60	0,80	1,02							
19		0,30	0,45	0,64	0,85	1,08	1,33						
20		0,31	0,48	0,67	0,89	1,13	1,40	1,69					
21		0,33	0,50	0,71	0,93	1,19	1,47	1,77	2,10	2,45	2,81	3,20	
22		0,34	0,53	0,74	0,98	1,25	1,54	1,86	2,20	2,56	2,95	3,36	
23		0,36	0,55	0,77	1,02	1,30	1,61	1,94	2,30	2,68	3,08	3,51	
24		0,38	0,57	0,81	1,07	1,36	1,68	2,03	2,40	2,80	3,22	3,66	
25		0,39	0,60	0,84	1,11	1,42	1,75	2,11	2,50	2,91	3,35	3,82	
26			0,62	0,87	1,16	1,47	1,82	2,20	2,60	3,03	3,49	3,97	
27			0,65	0,91	1,20	1,53	1,89	2,28	2,70	3,15	3,62	4,12	
28			0,67	0,94	1,25	1,59	1,96	2,37	2,80	3,26	3,79	4,28	
29				0,99	1,29	1,64	2,03	2,45	2,90	3,38	3,89	4,43	
30				1,01	1,34	1,70	2,10	2,54	3,00	3,50	4,03	4,58	
31				1,04	1,38	1,76	2,17	2,62	3,10	3,62	4,16	4,74	
32					1,43	1,82	2,24	2,70	3,20	3,73	4,30	4,89	
33					1,47	1,87	2,31	2,79	3,30	3,85	4,43	5,04	
34						1,93	2,36	2,87	3,40	3,97	4,57	5,20	
35						1,99	2,45	2,96	3,50	4,08	4,70	5,35	
36							2,52	3,04	3,60	4,20	4,83	5,50	
37							2,59	3,13	3,70	4,32	4,97	5,66	
38								3,21	3,80	4,44	5,10	5,81	
39								3,30	3,91	4,55	5,24	5,97	
40									4,01	4,67	5,37	6,12	

Opomba: debelinske stopnje (prsni premeri) so brez lubja (Dp)
 Note: diameter classes (breast-height diameters) are without bark (Dp)

Tablica 3: Debeljadj (enačba št. 3.71)

Table 3: Timber (equation No. 3.71)

H	Debelinska stopnja / Diameter classes												
(m)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
5	0,03												
6	0,03												
7	0,04												
8	0,05	0,08											
9	0,05	0,10											
10	0,06	0,11	0,17										
11	0,07	0,12	0,19										
12	0,07	0,13	0,21										
13	0,08	0,14	0,23	0,33									
14	0,09	0,16	0,25	0,36									
15	0,09	0,17	0,27	0,38	0,52								
16	0,10	0,18	0,29	0,41	0,56								
17	0,11	0,19	0,31	0,44	0,60	0,77							
18	0,11	0,21	0,33	0,47	0,64	0,82							
19		0,22	0,35	0,50	0,67	0,88	1,10						
20		0,23	0,37	0,53	0,71	0,93	1,16	1,42					
21		0,24	0,39	0,56	0,75	0,98	1,23	1,50	1,80	2,12	2,47	2,84	
22		0,26	0,41	0,59	0,79	1,03	1,29	1,58	1,89	2,23	2,60	2,99	
23		0,27	0,43	0,61	0,83	1,08	1,36	1,66	1,99	2,35	2,73	3,14	
24		0,28	0,45	0,64	0,87	1,13	1,42	1,74	2,08	2,46	2,86	3,29	
25		0,30	0,47	0,67	0,91	1,18	1,49	1,82	2,18	2,57	2,99	3,44	
26			0,49	0,70	0,95	1,24	1,55	1,90	2,28	2,69	3,13	3,59	
27			0,51	0,73	0,99	1,29	1,62	1,98	2,37	2,80	3,26	3,75	
28			0,53	0,76	1,03	1,34	1,68	2,06	2,47	2,91	3,39	3,90	
29				0,79	1,07	1,39	1,75	2,14	2,57	3,03	3,52	4,05	
30				0,82	1,12	1,45	1,82	2,22	2,67	3,14	3,66	4,21	
31				0,85	1,16	1,50	1,88	2,30	2,76	3,26	3,79	4,36	
32					1,20	1,55	1,95	2,39	2,85	3,38	3,93	4,52	
33					1,24	1,61	2,02	2,47	2,95	3,49	4,06	4,67	
34						1,66	2,08	2,55	3,05	3,61	4,20	4,83	
35						1,71	2,15	2,63	3,16	3,72	4,33	4,98	
36							2,22	2,72	3,26	3,84	4,47	5,14	
37							2,29	2,80	3,36	3,96	4,61	5,30	
38								2,88	3,48	4,08	4,74	5,46	
39								2,97	3,58	4,20	4,88	5,61	
40									3,65	4,31	5,02	5,77	

Tablica 6: Tržna telesnina debel (enačba št. 3.82)

Table 6: Commercial stem volume (equation No. 3.82)

L	Debelinska stopnja / Diameter classes												
(m)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
5	0,03												
6	0,04												
7	0,05												
8	0,05	0,10											
9	0,06	0,11											
10	0,07	0,12	0,19										
11	0,08	0,14	0,21										
12	0,08	0,15	0,23										
13	0,09	0,16	0,25	0,36									
14	0,10	0,17	0,27	0,38									
15	0,10	0,19	0,29	0,41	0,55								
16	0,11	0,20	0,31	0,44	0,59								
17	0,12	0,21	0,33	0,47	0,63	0,80							
18	0,13	0,23	0,35	0,50	0,66	0,85							
19		0,24	0,37	0,53	0,70	0,90	1,12						
20		0,25	0,39	0,55	0,74	0,95	1,18	1,44					
21		0,26	0,41	0,58	0,78	1,00	1,24	1,51	1,80	2,11	2,44	2,79	
22		0,28	0,43	0,61	0,82	1,05	1,31	1,59	1,89	2,21	2,56	2,93	
23		0,29	0,45	0,64	0,86	1,10	1,37	1,66	1,98	2,32	2,68	3,07	
24		0,30	0,47	0,67	0,89	1,15	1,43	1,73	2,07	2,42	2,80	3,20	
25		0,32	0,49	0,70	0,93	1,20	1,49	1,81	2,15	2,52	2,92	3,34	
26			0,51	0,73	0,97	1,25	1,55	1,88	2,24	2,63	3,04	3,48	
27			0,53	0,75	1,01	1,30	1,61	1,96	2,33	2,73	3,16	3,62	
28			0,55	0,78	1,05	1,35	1,67	2,03	2,42	2,84	3,28	3,75	
29				0,81	1,09	1,39	1,74	2,11	2,51	2,94	3,40	3,89	
30				0,84	1,13	1,44	1,80	2,18	2,60	3,05	3,52	4,03	
31				0,87	1,16	1,49	1,86	2,26	2,69	3,15	3,64	4,17	
32					1,20	1,54	1,92	2,33	2,78	3,26	3,77	4,31	
33					1,24	1,59	1,98	2,41	2,87	3,36	3,89	4,45	
34						1,64	2,04	2,48	2,96	3,47	4,01	4,59	
35						1,69	2,11	2,56	3,05	3,57	4,13	4,72	
36							2,17	2,63	3,14	3,68	4,25	4,86	
37							2,23	2,71	3,23	3,78	4,37	5,00	
38								2,78	3,32	3,89	4,50	5,14	
39								2,86	3,41	3,99	4,62	5,28	
40									3,50	4,10	4,74	5,42	

Tablica 5: Tržna telesnina debel (enačba št. 3.81)

Table 5: Commercial stem volume (equation No. 3.81)

H	Debelinska stopnja / Diameter classes												
(m)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
5	0,02												
6	0,03												
7	0,03												
8	0,04	0,07											
9	0,05	0,09											
10	0,05	0,10	0,15										
11	0,06	0,11	0,17										
12	0,06	0,12	0,19										
13	0,07	0,13	0,20	0,30									
14	0,08	0,14	0,22	0,32									
15	0,08	0,15	0,24	0,35	0,47								
16	0,09	0,16	0,26	0,37	0,51								
17	0,09	0,18	0,28	0,40	0,54	0,71							
18	0,10	0,19	0,30	0,43	0,58	0,75							
19		0,20	0,31	0,45	0,62	0,80	1,01						
20		0,21	0,33	0,48	0,65	0,85	1,07	1,31					
21		0,22	0,35	0,51	0,69	0,90	1,13	1,38	1,66	1,96	2,29	2,63	
22		0,23	0,37	0,54	0,73	0,95	1,19	1,46	1,75	2,07	2,41	2,78	
23		0,25	0,39	0,56	0,77	1,00	1,25	1,53	1,84	2,18	2,54	2,92	
24		0,26	0,41	0,59	0,80	1,04	1,31	1,61	1,93	2,28	2,66	3,06	
25		0,27	0,43	0,62	0,84	1,09	1,38	1,69	2,03	2,39	2,79	3,21	
26			0,45	0,65	0,88	1,14	1,44	1,76	2,12	2,50	2,91	3,35	
27			0,47	0,68	0,92	1,19	1,50	1,84	2,21	2,61	3,04	3,50	
28			0,49	0,70	0,96	1,24	1,56	1,92	2,30	2,72	3,17	3,65	
29				0,73	1,00	1,29	1,63	1,99	2,40	2,83	3,30	3,80	
30				0,76	1,03	1,34	1,69	2,07	2,49	2,94	3,43	3,94	
31				0,79	1,07	1,40	1,75	2,15	2,58	3,05	3,55	4,09	
32					1,11	1,45	1,82	2,23	2,68	3,16	3,68	4,24	
33					1,15	1,50	1,88	2,31	2,77	3,28	3,82	4,39	
34						1,55	1,95	2,39	2,87	3,39	3,95	4,54	
35						1,60	2,01	2,47	2,96	3,50	4,08	4,70	
36							2,08	2,55	3,06	3,61	4,21	4,85	
37							2,14	2,63	3,16	3,73	4,34	5,00	
38								2,71	3,25	3,84	4,48	5,15	
39								2,79	3,35	3,96	4,61	5,31	
40									3,45	4,07	4,74	5,46	

Tablica 8: Izkoristek debel (enačba št. 3.91)

Table 8: Stem yield (equation No. 3.91)

H	Debelinska stopnja / Diameter classes											
(m)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	0,86											
6	0,87											
7	0,87											
8	0,88	0,88										
9	0,88	0,89										
10	0,88	0,89	0,89									
11	0,89	0,89	0,89									
12	0,89	0,89	0,90									
13	0,89	0,90	0,90	0,90								
14	0,89	0,90	0,90	0,90								
15	0,90	0,90	0,90	0,91	0,91							
16	0,90	0,90	0,90	0,91	0,91							
17	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91	0,91						
18	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91	0,91						
19		0,91	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92					
20		0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92				
21		0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	
22		0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	
23		0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	
24		0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	
25		0,91	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	
26			0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	
27			0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	
28			0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	
29				0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	
30				0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	
31				0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	
32					0,93	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	
33					0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	
34					0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	
35					0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	
36						0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	
37						0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	
38							0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	
39								0,94	0,94	0,94	0,95	
40									0,94	0,94	0,95	0,95

Tablica 7: Tržna telesnina debel (enačba št. 3.84)

Table 7: Commercial stem volume (equation No. 3.84)

H	Debelinska stopnja / Diameter classes													
(m)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
5	0,04													
6	0,05													
7	0,05													
8	0,06	0,11												
9	0,07	0,13												
10	0,08	0,14	0,21											
11	0,09	0,15	0,24											
12	0,10	0,17	0,26											
13	0,10	0,18	0,28	0,40										
14	0,11	0,20	0,30	0,43										
15	0,12	0,21	0,33	0,46	0,61									
16	0,13	0,23	0,35	0,49	0,65									
17	0,14	0,24	0,37	0,52	0,69	0,88								
18	0,14	0,25	0,39	0,55	0,73	0,94								
19		0,27	0,42	0,58	0,78	0,99	1,23							
20		0,29	0,44	0,62	0,82	1,04	1,29	1,59						
21		0,30	0,46	0,65	0,90	1,10	1,36	1,64	1,95	2,27	2,62	2,98		
22		0,31	0,48	0,68	0,90	1,15	1,42	1,72	2,04	2,38	2,75	3,13		
23		0,33	0,51	0,71	0,94	1,21	1,49	1,80	2,14	2,49	2,87	3,28		
24		0,34	0,53	0,74	0,99	1,26	1,56	1,88	2,23	2,61	3,00	3,42		
25		0,35	0,55	0,77	1,03	1,31	1,62	1,96	2,33	2,72	3,13	3,57		
26			0,57	0,81	1,07	1,37	1,69	2,04	2,42	2,83	3,26	3,72		
27			0,60	0,84	1,11	1,42	1,76	2,12	2,52	2,94	3,39	3,86		
28			0,62	0,87	1,16	1,47	1,83	2,21	2,62	3,05	3,52	4,01		
29				0,90	1,20	1,53	1,89	2,29	2,71	3,17	3,65	4,16		
30				0,93	1,24	1,58	1,96	2,37	2,81	3,28	3,78	4,31		
31				0,97	1,28	1,64	2,03	2,45	2,90	3,39	3,91	4,45		
32					1,33	1,69	2,09	2,53	3,00	3,50	4,04	4,60		
33					1,37	1,75	2,16	2,61	3,10	3,61	4,17	4,75		
34						1,80	2,23	2,69	3,19	3,73	4,30	4,90		
35						1,85	2,30	2,77	3,29	3,84	4,42	5,04		
36							2,36	2,86	3,39	3,95	4,55	5,19		
37							2,43	2,94	3,48	4,07	4,68	5,34		
38								3,02	3,58	4,18	4,82	5,49		
39								3,10	3,68	4,29	4,95	5,64		
40									3,77	4,40	5,08	5,79		

Opomba: Debelinske stopnje (prsni premeri) so brez lubja (Dp)

Note: diameter classes (breast-height diameters) are without bark (Dp)

92 %. To pomeni, da je izguba debeljadi 7 – 8 %. Nastaja zaradi predpisov o izmeri sortimentov, nadmer in žaganja.

7. Vse račune zelo izboljšamo, če poleg prsnega premera računamo še s kakim dodatnim premerom višje na deblu (npr. premer na 0,3 ali 0,5 višine debla). Pri računanju oblikovnega števila, prostornine debla (debeljadi), tržne mere in izkoristka debla tako srednjo napako izračunov prepolovimo.

8. Poleg enačb za računanje prostornine in drugih mer debla smo sestavili tudi ustrezne tablice. Debelinski in višinski razpon tablic je podoben kot v Schubergovih tablicah debeljadi jelke. Primerjava višinskega razpona osnovnih podatkov pa kaže, da je naš vzorec na gornji in spodnji meji za 2 – 3 m ožji. Tablice debeljadi (in enačbe) kažejo za okoli 9 % več lesne gmote, kot je navadno prodamo. Razlika nastaja zaradi napak izmere oblovine (zaokroževanje mer, način računanja), ki je predpisana in daje za okoli 6 % prenizke rezultate ter nadmere in napak pri krojenju oblovine.

5 SUMMARY AND CONCLUSIONS

In the Postojna Forest Enterprise, the Bukovje District, European fir trees were measured in 2 m-long sections. By means of a splitline method, the equations of a longitudinal trunk section contour were established for each tree. By way of various computer based processes, the following was calculated for each tree: the volume of a tree without bark – tree timber – the necessary diameters (the breast-height diameter, diameters at 0.3 and 0.5 of a tree height), the usable stem length, the irregular form height number, the quantity of the assortments prepared from a stem and the stem yield. By regression and correlation analysis, the correlations and principles of the variables dealt with tried to be established. Equation accuracy for the calculation of tree timber was given an extremely careful study. Tree timber and other quantities were calculated by means of the tree breast-height diameter, the stem length or the stem breast-height diameter and its usable length. Finally, equations

for the calculation of timber and other quantities for European fir trees and corresponding tables were elaborated.

The research gave the following statements and conclusions.

1. Trees were measured in various sites of the fir-beech Dinaric forest. The composition of a sample and the range of diameters and heights of trees indicate that a sample is broad enough (table 1 and 2) and that it covers the range of diameters and heights in Slovenian forests. Similarly, the test of usability, accuracy and reliability of elaborated tables shows that the desired accuracy has been achieved, which is quite usual with similar tables.

2. The correlations of the stem measures dealt with are almost functional. Correlation coefficients move from 0.98 to 0.999. In spite of this, calculations are rather risky. Normally, standard calculation errors are $\pm 4-6\%$, yet the maximum possible errors move between 8 and 10 %. Thus, the standard error of the calculated bark thickness for breast-height diameters is ± 0.38 cm. If a stem top length is calculated by means of the breast-height diameter and the usable stem length, the mean error ± 0.33 m can be used in the calculation. The usable stem length can be calculated from the same tree measures with the error ± 0.35 m. Similar errors also occur in case stem diameters at various stem heights are calculated with the breast-height diameter and the stem length.

3. The form height number of stems moves within very broad ranges, from 0.34 to 0.63. The calculation of the form height number from the breast-height diameter and the stem length gives the results with the mean error $\pm 9\%$. Discrepancies are high even within an individual site.

4. For stem timber calculation a series of equations have been made, by which stem volume can be worked out on the basis of various tree measures (the breast-height diameter with and without bark, the stem length, the usable stem length, diameters at 0.3 and 0.5 of stem height). Equations are burdened with the mean error of 4–9 %. Their test evidenced they were realistic, accurate enough and reliable.

ble, so as other similar equations and tables by other authors.

5. Equations for the calculation of commercial stem measure – the quantity of the assortments prepared of a stem – are similar to those for the calculation of timber. The establishments regarding the accuracy and reliability of equations are equal as well.

6. The average yield of stemwood amounts to 93 %, the arithmetic mean of yields even to 92 %. This means that timber loss totals 7–8 %. It occurs due to the regulations on assortment measurement, over-measures and saw waste.

7. All the calculations are improved if, besides the breast-height diameter, another additional diameter higher in the stem is taken into consideration in the calculation (e.g. a diameter at 0.3 or 0.5 of a stem height). In the calculations of a form height number, timber, commercial measure and stem yield, the mean error can thus become smaller by half.

8. Besides the equations for the calculating of volume and other stem measures, corresponding tables have been elaborated as well. Diameter and height range of tables is similar to that in Schubert's tables of European fir timber. A comparison of height range of the basic data proves that the present sample is by 2–3 m narrower at the upper and lower limit. Timber tables (and equations) indicate by approximately 9 % more timber mass than it is usually sold. The discrepancy is due to stemwood measure errors (rounding off of measures, calculation method), which is prescribed and gives by approximately 6 % too low results, the over-measure and the errors in stemwood bucking.

LITERATURA

1. ALTHERR, E. 1960: Die Genauigkeit verschiedener Verfahren der Sektionierung in absoluten und relativen Schaftlängen, AFJZ 1960, str. 226–237
2. ALTHERR, E. 1963: Untersuchungen ueber Schaftform, Berindung und Sortimentsanfall bei der Weisstanne, AFJZ 1963, št. 5–6
3. CEDILNIK, A. 1986: Optimalna aproksimacija rastnih funkcij, Zbornik gozdarstva in lesarstva (ZGL) 28, str. 5–16
4. ČOKL, M. 1962: Dvovhodne deblovnice za celjski okraj, GV 20 (1962), str. 257–271
5. ČOKL, M. 1980: Gozdarski in lesnoindustrijski priročnik, Biotehniška fakulteta, Ljubljana
6. GRUDNER, SCHWAPPACH: Massentafeln, Paul Parey, Berlin, 1952
7. HRADETZKY, J. 1981: Spline Funktionen und ihre Anwendung in der forstlichen Forschung Fw. Cbl, 1981
8. HUBAČ, K. 1973: Sortimentnačne tabulky pre ihličnate dreviny, Prirada, Bratislava, 1973
9. LIPOGLAVŠEK, M. 1992: Razvrščanje hlobov iglavcev po standardih, GV 50 (1992), str. 267
10. NAGEL, J., ATHARI, S. 1982: Stammanalyse und ihre Durchfuehrung, AFJZ 1982, str. 179–182
11. REBULA, E. 1993: Napake izmere oblovine iglavcev in predlog novega načina izmere, GV 51, str. 446–460, GV 52, str. 2–21
12. SABOROWSKI, J.B. SLOBODA und JUNGE, A. 1981: Darstellung von Stammformen durch Kubische Splineinterpolation und Reduktion der Stützstellenanzahl, Forstarchiv, 1981/4, str. 127–130
13. ŠPIRANEC, M. 1976: Tablice drvnih masa jela i smreke, Radovi, Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, 1973
14. TURK, Z. 1982: Načini praktičnega obračunavanja lubja pri jelovi, smrekovi in bukovi oblovin, GV 40, str. 163–165
15. TURK, Z., LIPOGLAVŠEK, M. 1972: Volumni in težinski delež lubja glede na premer deblovine jelke, smreke in bukve na nekaterih območjih Slovenije, IGLG, Ljubljana, 1972
16. WAGNER, M. 1982: Ermittlung von Einzelstammvolumen mit D1,3, H und oberen Stammdurchmesser, AFJZ 1982, str. 72–75.