

# Gubici obujma izrađene smrekove oblovine zbog propisanoga načina izmjere

Tomislav Poršinsky, Jozo Vujeva

## Nacrtač – Abstract

Istraživanjem gubitaka obujma izrađene smrekove oblovine, s obzirom na propisani način izmjere obloga drva i obračuna obujma u hrvatskom šumarstvu, utvrđeni su izvori gubitaka zbog propisanoga izraza za izračun obujma (Huberov izraz), propisanoga načina izmjere promjera, odbijanja dvostruke debljine kore, propisanoga načina izmjere duljine.

Za najtočniji izraz procjene obujma oblovine pretpostavljena je Rieckeova formula na osnovi koje je izračunat bruto obujam oblovine. Ona je referentna vrijednost za iskazivanje gubitaka obujma zbog propisanoga načina mjerenja.

Ovisnost vrijednosti gubitka obujma o debljinskom razredu izrađene oblovine vidljiv je kod ovih izvora gubitaka: propisanoga izraza za obujam (Huberov izraz), propisanoga načina izmjere promjera te kod odbijanja dvostruke debljine kore. Kod svih navedenih izvora gubitaka vidljiv je pad vrijednosti gubitka obujma porastom debljinskoga razreda obloga drva. Kao izvor najvećega gubitka obujma obloga drva utvrđen je odbitak zbog odbijanja dvostruke debljine kore (od 16,9 vol. % do 5,8 vol. %), a zatim redom slijede: propisani način izmjere promjera (od 10,1 vol. % do 1,8 vol. %), propisani izraz za izračun obujma (od 3,9 vol. % do 0,3 vol. %) te propisani način izmjere duljine (od 0,7 vol. % do 0,4 vol. %).

Ukupni gubitak obujma zbog propisanoga načina izmjere smrekove oblovine eksponencijalno pada s porastom debljine oblovine od 28,1 vol. % (debljinski razred 12,5 cm) do 8,8 vol. % (debljinski razred 67,5 cm). Umjetni porast vrijednosti gubitka obujma u debljinskom razredu 22,5 cm (23,8 vol. %) posljedica je »zuba« u tablicama odbitka kore.

Ključne riječi: gubitak obujma, izmjera obloga drva, smrekova oblovina

## 1. Uvod i cilj istraživanja – Introduction and scope of research

Mjerenje drva, osim klasiranja i obilježavanja drva, sastavni je dio preuzimanja drva. Preuzimanje je drva zadnji postupak izradbe drva kojom se posječeno stablo pretvara (kresanje grana, razmjerenje, prikrajanje i trupljenje debla) u šumske proizvode (sortimente). Ovisno o primijenjenoj metodi izradbe, preuzimanje se obavlja na mjestu sječe stabla (isključivo kod sortimentne metode) ili na mjestu potpune, odnosno djelomične izradbe drva (pomoćno stovarište), što je značajno za sve ostale metode izradbe drva (poludeblovna, deblovna, stablovna).

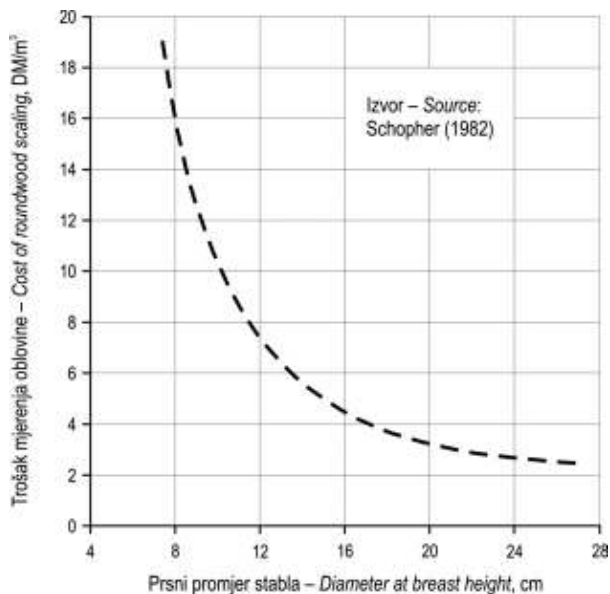
U Republici Hrvatskoj sve tri sastavnice preuzimanja drva uređene su ovim aktima:

⇒ zakonska i podzakonska regulativa: Zakon o šumama (NN 140/2005), Zakon o klasifikaciji

neobrađenoga drva (NN 180/2004), Pravilnik o mjerenju, razvrstavanju i obilježavanju neobrađenoga drva (NN 57/2005), Pravilnik o doznaci stabala, obilježavanju drvnih sortimentata, popratnici i šumskom redu (NN 116/2006) te

⇒ brojne hrvatske norme:

- Oblo i piljeno drvo: Metoda mjerenja svojstva (HRN EN 1310:1999), Metoda mjerenja dimenzija – 2. dio: Oblo drvo (HRN EN 1309-2:1999), Metoda mjerenja bioloških oštećenja (HRN EN 1311:1999)
- Razredba dimenzija: 1. dio – Oblo drvo listača (HRN EN 1315-1:1999), 2. dio – Oblo drvo četinjača (HRN EN 1315-2:1999)
- Razvrstavanje po kakvoći oblog drva listača: 1. dio: Hrast i bukva (HRN EN 1316-



**Slika 1.** Trošak izmjere oblovine ručnim alatima

**Fig. 1** Cost of handtools scaling

1:1999), 2. dio – Topola (HRN EN 1316-2:1999), 3. dio – Jasen i javori (HRN EN 1316-3:1999)

- Razvrstavanje po kakvoći obloga drva četinjača: 1. dio – Smreke i jele (HRN EN 1927-1:2000), 2. dio – Borovi (HRN EN 1927-2:2000), 3. dio – Ariši i duglazije (HRN EN 1927-3:2000).

Pri stavljanju obloga drva u promet drvo je moguće mjeriti prema obujmu, odnosno masi (NN 57/2005). Mjerenje drva po masi pod utjecajem je trenutne vlažnosti drva, a najčešće se rabi pri otpremi prostornoga drva.

Izmjera količine obloga drva prema obujmu (HRN EN 1309-2:1999) zasniva se na izmjeri dimenzija (promjer i duljina) pojedinačnih komada (tehnička oblovin), odnosno na izmjeri dimenzija (duljina, visina i širina) složaja drva (prostorno drvo). Obujam obloga drva koji odgovara obujmu složaja može se dobiti primjenom odgovarajućega pretvorbenoga faktora. Pretvorba je nepouzdana zbog razlika u vrsti složaja, položaju trupaca u složaju, udjelu prvih trupaca (peraca), srednjih promjera, zakrivljenosti i zadebljanja, kore te vrste drva.

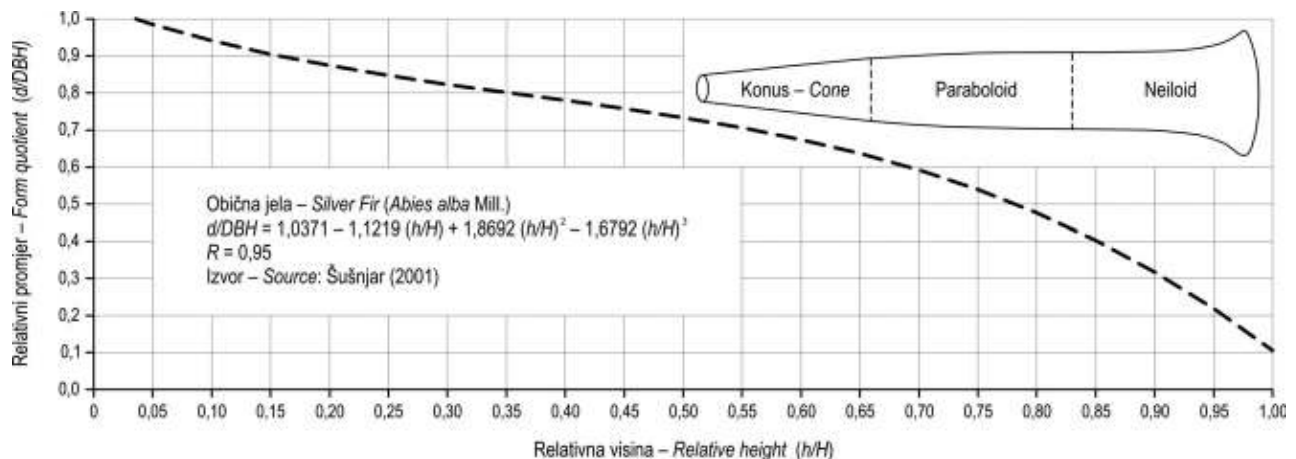
Posebno valja istaknuti da »zakon obujma komada« značajno utječe na trošak izmjere drva klasičnim načinom ručnim alatima (slika 1), što se nastoji izbjeći automatskim mjerenjem obujma u kratkim intervalima pri mehaniziranoj sječi i izradbi drva.

Cilj je ovoga rada utrdivanje gubitaka obujma smrekove oblovine zbog propisanoga načina mjerenja obloga drva u Republici Hrvatskoj.

## 2. Obujam oblovine – Roundwood volume

Obujam je određen kao trodimenzijska fizikalna veličina koja se izražava u kubnim metrima (m<sup>3</sup>). Teorijski se obujam stabla (dijela debla, oblovine) određuje na osnovi njegove sličnosti s geometrijskim tijelima (slika 2). Geometrijsko tijelo (valjak, paraboloid, konus, neiloid) kojim se aproksimira oblik dijela debla ovisan je o vrsti drveća s obzirom na to (ne) pruža li se deblo do vrha (četinjače, listače), s obzirom na vrstu drveća, položaj unutar debla, okoliš (način gospodarenja) te dob stabla (Patterson i dr. 1993A).

Pretpostavlja se da je deblo (oblovin) nastalo rotacijom krivulje  $y^2 = c \cdot x^q$  oko svoje uzdužne osi,



**Slika 2.** Oblik jelova debla

**Fig. 2** Shape of fir stem

gdje su:  $y$  – polumjer,  $x$  – duljina,  $q$  – eksponent oblika te  $c$  – pad promjera određenoga eksponenta oblika. Teorijski se obujam beskonačno tanke lamele debljine  $\Delta x$  i promjera  $d = 2y$  izračunava prema izrazu  $\Delta v = y^2 \cdot \pi \cdot \Delta x$ , a obujam oblovine izračunava se zbrajanjem obujma niza tankih lamela duljine  $\Delta x$  i polumjera  $y$ :

$$v = \pi \int_{x=0}^{x=L} y^2 \Delta x \quad (1)$$

Zamjenom  $y^2 = c \cdot x^q$  i integriranjem izraza 1,

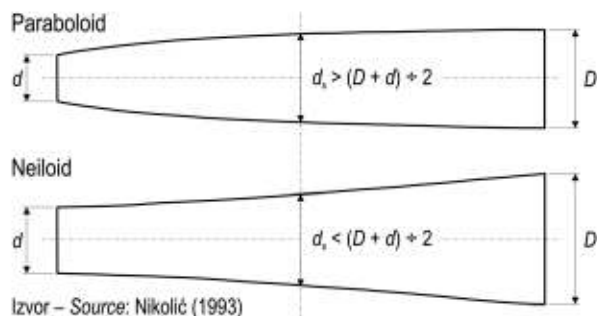
$$\begin{aligned} v &= \pi \int_{x=0}^{x=L} c \cdot x^q \Delta x = \pi \cdot c \int_{x=0}^{x=L} x^q \Delta x = \pi \cdot c \left. \frac{x^{q+1}}{q+1} \right|_0^L = \\ &= \pi \cdot c \cdot \left( \frac{L^{q+1}}{q+1} - 0 \right) = \frac{\pi \cdot c \cdot L^{q+1}}{q+1} \end{aligned}$$

nakon što se iz odnosa  $\left(\frac{d}{2}\right)^2 = c \cdot L^q$  uzme da je

$c = \frac{d^2}{4 \cdot L^q}$ , dobiva se:

$$v = \frac{\pi \cdot \frac{d^2}{4 \cdot L^q} \cdot L^{q+1}}{q+1} = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot L}{4 \cdot (q+1)} \quad (2)$$

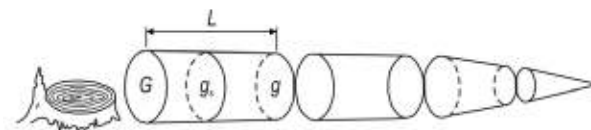
Dijelovi debla imaju oblik valjka ( $q = 0$ ), paraboloida ( $q = 1$ ), krnjega konusa ( $q = 2$ ) te neiloida ( $q = 3$ ). Nikolić (1993) smatra da izrađena obloovina najčešće ima oblik paraboloida, odnosno neiloida (slika 3) te da je paraboloid, kao oblik geometrijskoga tijela, značajan za oblovinu izrađenu iz debla, a neiloid za oblovinu izrađenu iz žilišta i pridanka stabla.



**Slika 3.** Oblo drvo kao paraboloid i neiloid  
**Fig. 3** Roundwood in terms of paraboloid and neiloid

Iz svega navedenoga izlazi da stvarni obujam obloga drva, kao nepravilnoga geometrijskoga tijela, ovisi o promjeru, duljini, obliku te padu promjera.

Sve metode procjene pojedinačnih obujama obloga drva zasnivaju se na izmjeri njihove duljine i promjera (Fonseca 2005). Nikolić (1993) navodi da većina metoda za izračun površine presjeka drva na mjestu mjerenja promjera sadrži izraz za izračun površine kruga.



**Slika 4.** Dijelovi debla s presjecima  
**Fig. 4** Stem parts with cross-sections

S obzirom na mjesto izmjere (slika 4) promjera ( $D, d_s, d$ ), odnosno površine presjeka ( $G, g_s, g$ ), u svijetu postoji dosta vrlo različitih izraza za procjenu obujma izrađenoga obloga drva, od kojih se najčešće upotrebljavaju:

⇒ Huberov izraz – zasnovan na izmjeri promjera na sredini duljine oblovine, ne uzima u obzir pad promjera izrađene oblovine te pretpostavlja valjak kao geometrijski oblik drva

$$v = g_s \cdot L \quad (3)$$

⇒ Smalianov izraz – zasnovan na izmjeri promjera na tanjem i debljem kraju obloga drva, pretpostavlja jednolik pad promjera cijelom duljinom oblovine

$$v = \frac{(G+g)}{2} \cdot L \quad (4)$$

⇒ Rieckeov (Riecke-Newtonov) izraz – zasnovan na izmjeri promjera na tanjem, debljem kraju te sredini duljine obloga drva, pretpostavlja nejednolik pad promjera po duljini oblovine

$$v = \frac{L}{6} \cdot (G + 4 \cdot g_s + g) \quad (5)$$

gdje su:

$v$  – obujam oblovine,  $m^3$

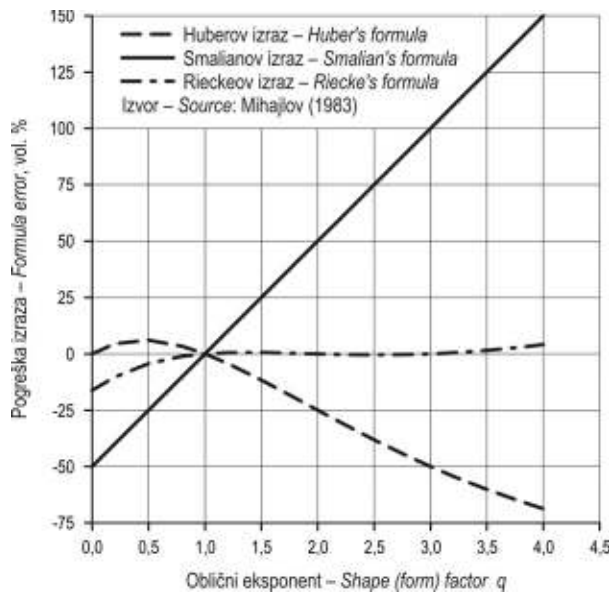
$G$  – površina presjeka na debljem kraju oblovine,  $m^2$

$g_s$  – površina presjeka na polovici duljine oblovine,  $m^2$

$g$  – površina presjeka na tanjem kraju oblovine,  $m^2$

$L$  – duljina oblovine,  $m$

Mihajlov (1983) navodi da Huberov, Smalianov i Rieckeov izraz daju dobre rezultate za paraboloid. Za krnji neiloid i stožac Huberov izraz daje negativne pogreške, a Smalianov pozitivne i dosta velike. Iz

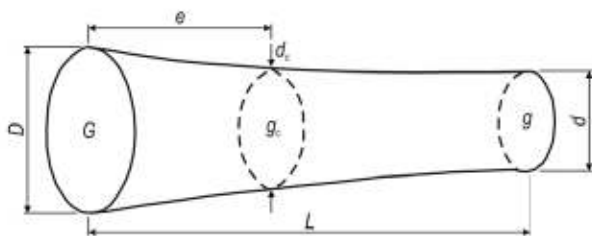


**Slika 5.** Pogreške izraza za procjenu obujma oblovine  
**Fig. 5** Formula errors for roundwood volume estimation

slike 5 vidljivo je da Rieckeov izraz daje najmanje postotne pogreške procjene obujma.

Noviji pristup procjene obujma obloga drva, kao nepravilnoga geometrijskoga tijela, predstavlja metoda centroida (Gregorie i dr. 1986). Metoda je centroida slična Riecke-Newtonovu izrazu jer za procjenu obujma koristi površine presjeka na debljem i tanjem kraju te sredini oblovine. Međutim, točka sredine oblovine kod metode centroida je težište obujma (centroid) za razliku od Riecke-Newtonova izraza koji za točku sredine oblovine pretpostavlja sredinu duljine.

Pri procjeni obujma oblovine metodom centroida (slika 6) obujam se oblovine određuje u tri koraka. U prvom se koraku mjeri promjer na debljem ( $D$ ) i tanjem kraju ( $d$ ) te duljina oblovine ( $L$ ). U drugom se koraku udaljenost centroida od debljega kraja izrađene oblovine ( $e$ ) računa pomoću izraza (6), te se u toj točki mjeri promjer centroida ( $d_c$ ). U zadnjem ko-



**Slika 6.** Metoda centroida  
**Fig. 6** Centroid method

raku parametri ( $b_1$ ,  $b_2$ ) izraza za procjenu obujma metodom centroida (7) računaju se pomoću izraza (8) i (9).

$$e = L \cdot \left[ \frac{\sqrt{\left(\frac{D}{d}\right)^4 + 1} - \sqrt{2}}{\sqrt{2} \cdot \left[\left(\frac{D}{d}\right)^2 - 1\right]} \right] \cdot L \quad (6)$$

$$v = g \cdot L + \frac{b_1}{2} \cdot L^2 + \frac{b_2}{3} \cdot L^3 \quad (7)$$

$$b_1 = \frac{G - g - b_2 \cdot L^2}{L} \quad (8)$$

$$b_2 = \frac{G - g_c \cdot \frac{L}{e} - g \cdot \left(1 - \frac{L}{e}\right)}{L^2 - L \cdot e} \quad (9)$$

Neki istraživači (Patterson i dr. 1993a, Patterson i dr. 1993b, Yavuz 1999), primjenjujući metodu centroida, dobili su pouzdanije rezultate za procjenu obujma oblovine različitih vrsta drva, ali i obujma peraca, tj. sortimenata izrađenih iz pridanka stabla (Patterson i dr. 1993c) u odnosu na obujam oblovine procijenjen standardnim (Huber, Smalian, Riecke-Newton) izrazima.

Od navedenih izraza za procjenu obujma izrađene oblovine najčešće se u svijetu primjenjuje Huberov izraz zbog svoje jednostavnosti i praktičnosti (Fonseca 2005).

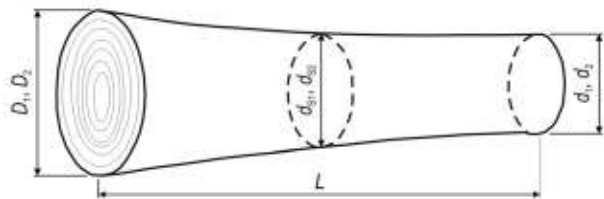
U hrvatskom šumarstvu propisani način mjerenja obloga drva određuju »Pravilnik o mjerenju, razvrstavanju i obilježavanju neobrađenoga drva« (NN 57/2005) te norma Oblo i piljeno drvo: Metoda mjerenja dimenzija – 2. dio: Oblo drvo (HRN EN 1309-2:1999).

### 3. Mjesto i metode istraživanja – Place and methods of research

Izmjera dimenzija izrađene smrekove oblovine radi utvrđivanja strukture gubitaka zbog propisanoga načina mjerenja provedena je u Gospodarskoj jedinici »Jadovnik« Šumarije Grahovo, u odjelima 148 i 154. Na terenu se radilo od 20. do 27. travnja 2007. godine.

Navedeni su odjeli mješovite sastojine bukve i jele sa smrekom i njima se preborno gospodari. Teren je jugozapadne ekspozicije, nagiba od 20 do 40 %, nadmorske visine od 1210 do 1510 m.

U svakom debljinskom razredu (od 12,5 cm do 67,5 cm) izmjereno je po 30 komada izrađene smrekove oblovine. Oblovinu je u uzorak odabrana slu-



**Slika 7.** Metodologija terenske izmjere  
**Fig. 7** Methodology of terrain measurement

čajno. Na svakom komadu obloga drva mjerene su ove značajke (slika 7):

- ⇒ duljina oblovine, izražena u metrima s točnošću na dvije decimale (cm)
- ⇒ dva unakrsna promjera s korom, na tanjem ( $d_1$ ,  $d_2$ ) i debljem ( $D_1$ ,  $D_2$ ) kraju te na sredini duljine ( $d_{s1}$ ,  $d_{s2}$ ) oblovine, izražena u centimetrima s točnošću jedne decimale (mm)
- ⇒ debljina kore – na mjestima izmjere promjera, sa sje kirom su vađeni uzorci kore radi utvrđivanja dvostruke debljine kore ( $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_{s1}$ ,  $k_{s2}$ ,  $K_1$ ,  $K_2$ ), izražene u centimetrima s točnošću jedne decimale (mm).

Obrada podataka radi utvrđivanja strukture gubitaka zbog propisanoga načina mjerenja imala je ovaj tijek:

- ⇒ za najtočniji izraz procjene obujma oblovine pretpostavljena je Rieckeova formula, na osnovi koje je izračunat bruto obujam oblovine (uvrš tavanjem nezaokruženih promjera s korom i duljina oblovine), koji je bio referentna vrijednost
- ⇒ gubitak zbog propisanoga (Huberova) izraza za procjenu obujma izračunat je iz razlike bruto obujma koji je izračunat Rieckeovom i Huberovom formulom
- ⇒ gubitak zbog propisanoga načina izmjere promjera izračunat je iz razlike vrijednosti obujma koji je izračunat uvrštavanjem aritmetičke sredine zaokruženih promjera s korom mjerenih na sredini duljine oblovine (na puni niži centimetar) u Huberov izraz i bruto obujma oblovine koji je izračunat Huberovim izrazom
- ⇒ izrađene su i tablice odbitka kore na osnovi ovisnosti dvostruke debljine kore o promjeru obloga drva
- ⇒ gubitak zbog odbijanja dvostruke debljine kore izračunat je iz razlike vrijednosti obujma koji je izračunat uvrštavanjem promjera bez kore u Huberov izraz i bruto obujma oblovine koji je izračunat Huberovim izrazom

⇒ gubitak zbog propisanoga načina izmjere duljine izračunat je iz razlike vrijednosti obujma koji je izračunat uvrštavanjem zaokružene duljine na puni niži decimetar u Huberov izraz i bruto obujma oblovine koji je izračunat Huberovim izrazom.

Obrada podataka provedena je na razini pojedina komada oblovine, a iskaz rezultata na razini debljinskoga razreda.

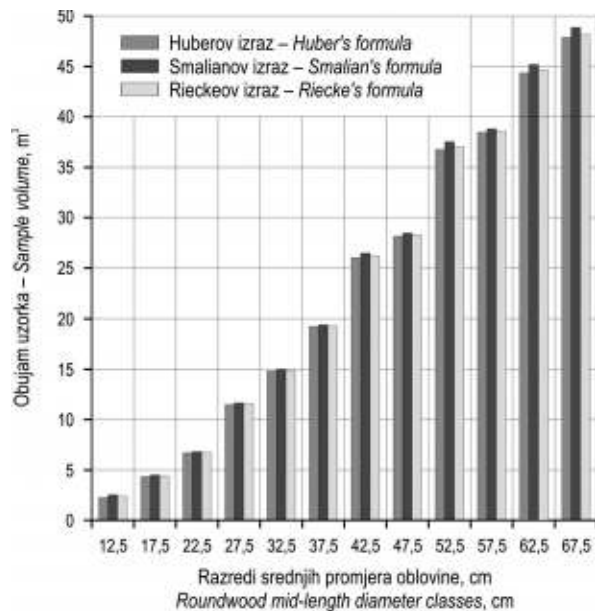
#### 4. Rezultati istraživanja – Research results

U skladu s postavljenim ciljem istraživanja gubici obujma na izrađenoj smrekovoj obloVINI prikazani su s obzirom na gubitak zbog propisanoga izraza za obujam (Huberov izraz), gubitak zbog propisanoga načina izmjere promjera, gubitak zbog odbijanja dvostruke debljine kore, gubitak zbog propisanoga načina izmjere duljine. Navedeni gubici iskazat će se u ovisnosti o debljinskim razredima izrađene oblovine.

##### 4.1 Gubitak obujma zbog Huberova izraza – Volume loss due to Huber's formula

Za procjenu obujma izrađene oblovine norma (HRN EN 1309-2:1999) propisuje primjenu Huberova izraza, gdje je broj  $\pi$  zaokružen na 4 decimalna mjesta (3,1416), a rezultat se izkazuje u  $m^3$  na tri decimalna mjesta.

Usporedbom vrijednosti obujma uzorka po debljinskim razredima, koji je izračunat Huberovom, Smalianovom te Rieckeovom formulom (slika 8),



**Slika 8.** Obujam uzorka procijenjen različitim izrazima  
**Fig.8** Sample volume estimated by different formulas

vidljivo je da Huberova formula daje najniže vrijednosti, a Smalianova formula najviše vrijednosti procjene obujma oblovine.

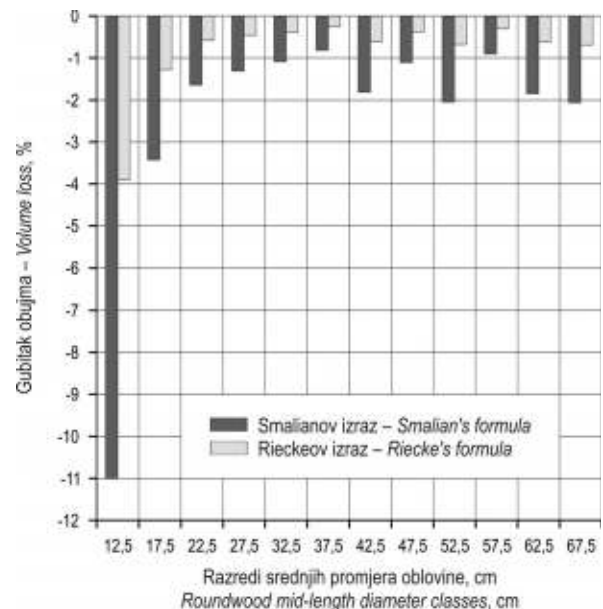
U odnosu na Smalianov izraz gubitak obujma zbog Huberova izraza najveći je u debljinskom razredu 12,5 cm (11,0 vol. %) te ima tendenciju nagloga pada. Od debljinskoga razreda 22,5 cm naviše kolebao se u rasponu od 0,8 vol. % do 2,1 vol. % (slika 9).

Gubitak obujma zbog Huberova izraza, u odnosu na obujam oblovine izračunat Rieckeovim izrazom, bilježi manje gubitke nego u usporedbi s obujmom izračunatim Smalianovim izrazom (slika 9). Također najveći je gubitak obujma (3,9 vol. %) kod tanke oblovine (debljinski razred 12,5 cm). Porastom debljine oblovine (debljinskoga razreda) naglo pada gubitak, koji se od debljinskoga razreda 22,5 cm naviše koleba u rasponu od 0,3 do 0,7 vol. %.

Dobiveni rezultati znakovito su pod utjecajem međudjelovanja oblika izrađene oblovine po debljinskim razredima, što je iskazano duljinom oblovine te padom promjera na oblovinu obuhvaćenoj u uzorak unutar pojedinoga debljinskoga razreda.

Rezultati deskriptivne statistike (raščlanjeni po debljinskim razredima) duljine oblovine prikazani su na slici 10A te pada promjera oblovine na slici 10B.

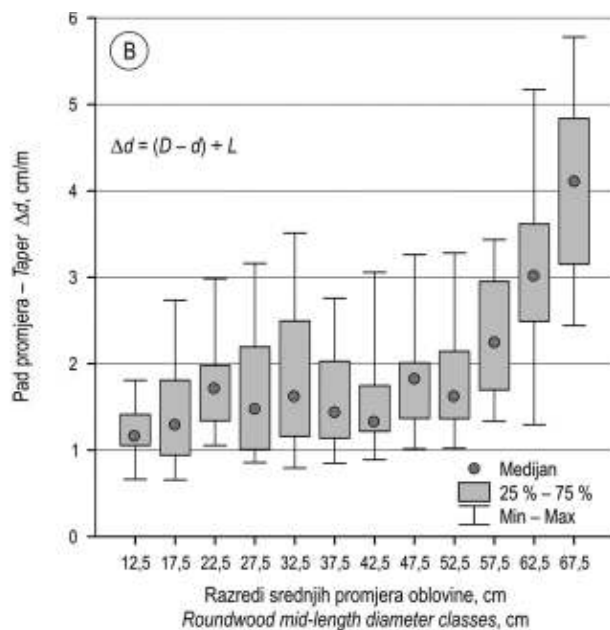
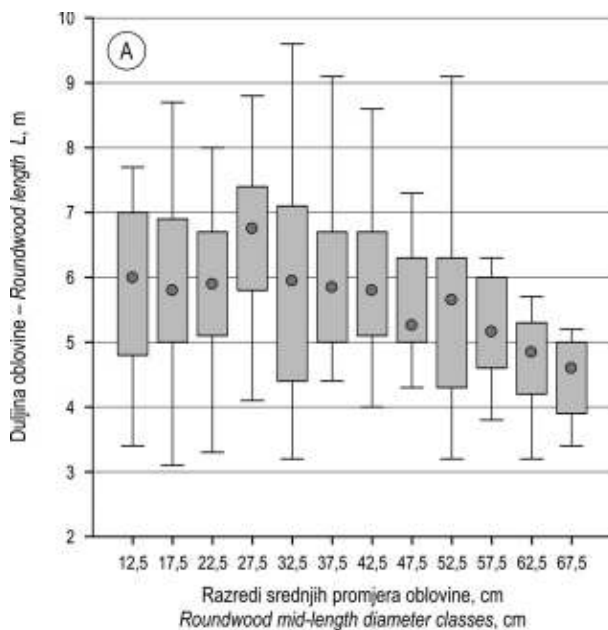
Duljina oblovine cijeloga uzorka kretala se u širokom rasponu od 3,1 m do 9,6 m. Medijani uzorka duljine oblovine unutar pojedinih debljinskih razreda pokazuju da se prosječna duljina oblovine debljinskih razreda od 12,5 cm do 57,5 cm kretala u rasponu



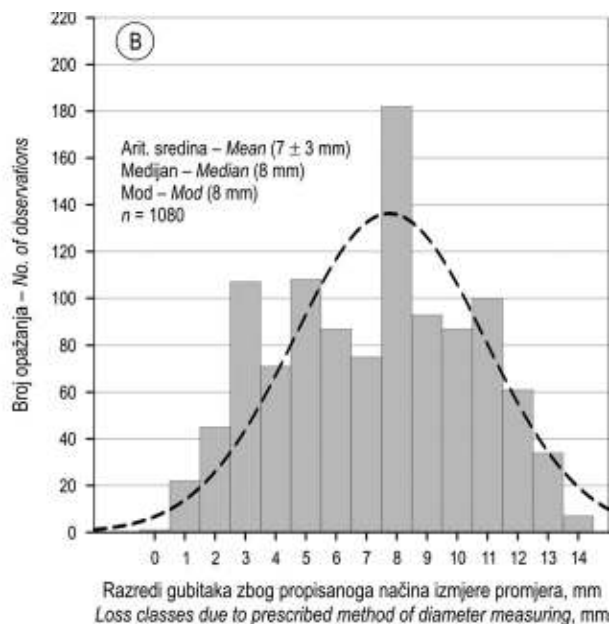
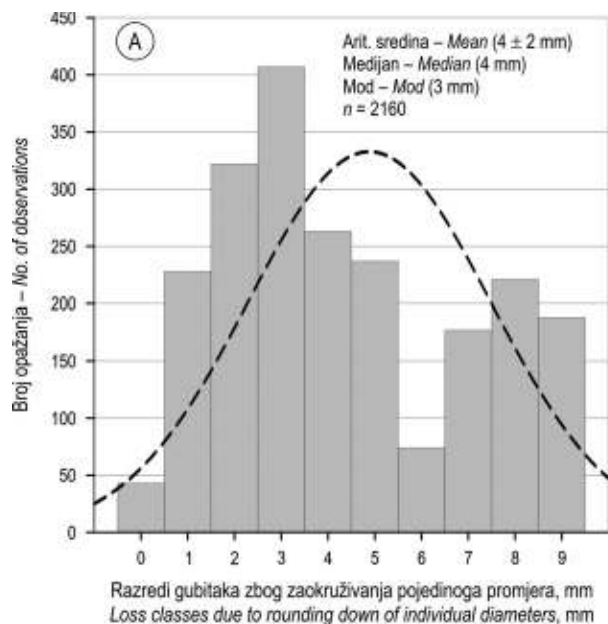
Slika 9. Gubitak obujma zbog Huberova izraza  
Fig. 9 Volume loss due to Huber's formula

od 5 m do 7 m. Kod deblje oblovine (razredi 62,5 cm i 67,5 cm) medijani se duljine oblovine kreću u rasponu između 4 m i 5 m.

Pad promjera cijeloga uzorka kretao se u širokom rasponu od 0,7 cm/m do 5,8 cm/m. Ipak, medijani uzorka pada promjera na oblovinu unutar pojedinih debljinskih razreda pokazuju da se prosječni pad promjera kretao u opsegu od 1 cm/m do 2 cm/m za



Slika 10. Ovisnost duljine i pada promjera o debljinskim razredima oblovine  
Fig. 10 Length and taper vs. roundwood diameter classes



**Slika 11.** Distribucije gubitaka pri mjerenju promjera  
**Fig. 11** Distribution losses due to diameter measuring

debljinske razrede od 12,5 do 52,5 cm. Porastom debljine oblovine (razredi 57,5 cm, 62,5 cm i 67,5 cm) pad promjera ima tendenciju nagloga porasta u rasponu od 2,4 cm/m do 4,1 cm/m.

Značajan pad prosječne duljine i porast pada promjera u zadnja tri debljinska razreda obloga drva obuhvaćena ovim istraživanjem posljedica je njihove izradbe iz pridanaka stabala (prvi sortimenti izrađeni iz debla).

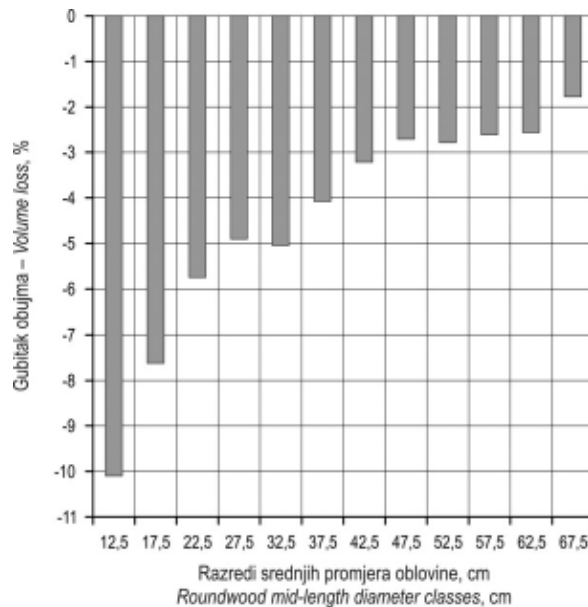
**4.2 Gubitak obujma zbog propisanoga načina izmjere promjera – Volume loss due to prescribed method of diameter measurement**

U hrvatskom šumarstvu (NN 57/05, HRN EN 1309-2:1999) mjerenje promjera izrađene oblovine zasniva se na izmjeri dvaju međusobno okomitih promjera s korom, na sredini duljine izrađene oblovine zaokružene na puni centimetar naniže, a njihova se aritmetička sredina, također, zaokružuje na puni niži centimetar. Kod oblovine srednjega promjera do 19 cm dopušteno je mjeriti samo jedan promjer.

Jednostruka analiza varijance pokazala je da nema statistički značajne razlike u zaokruživanju pojedinoga promjera izrađene smrekove oblovine na puni niži centimetar ( $F_{izr} = 1,693716 < F_{crit} = 1,696381$ ) između debljinskih razreda. Jednostruka je analiza varijance pokazala i da nema statistički značajne razlike u zaokruživanju dvaju unakrsnih promjera i njihove aritmetičke sredine naniže ( $F_{izr} = 1,288603 < F_{crit} = 1,701062$ ) između debljinskih razreda. Stoga su podaci gubitaka zbog zaokruživanja pojedinoga,

odnosno dvaju unakrsnih promjera i njihove aritmetičke sredine naniže svih debljinskih razreda tretirani kao jedan skup podataka (slika 11).

Raspodjela opažanja po razredima gubitaka zbog zaokruživanja promjera na puni niži centimetar ukazala je na nenormalnost distribucije podataka (slika 11A). Prosječni gubitak pri izmjeri pojedinoga promjera iznosio je  $4 \pm 2$  mm.



**Slika 12.** Gubitak obujma zbog propisanoga načina izmjere promjera  
**Fig. 12** Volume loss due to prescribed method of diameter measurement

Propisani način mjerenja promjera utjecao je na povećanje broja razreda gubitaka (od 0 mm do 14 mm) zbog zaokruživanja dvaju unakrsnih promjera i njihove aritmetičke sredine na puni niži centimetar. I u ovom je slučaju raspodjela opažanja po razredima gubitaka pokazala nenormalnost distribucije podataka (slika 11B). Prosječni je gubitak zbog propisanoga načina izmjere promjera iznosio  $7 \pm 3$  mm.

Gubitak obujma zbog propisanoga načina izmjere promjera (slika 12) najveći je kod tanke oblovine (10,1 vol. % u debljinskom razredu 12,5 cm) te eksponencijalno pada s porastom debljine oblovine, tako da u debljinskom razredu 67,5 cm iznosi 1,8 vol. %.

#### 4.3 Gubitak obujma zbog odbitka kore – Volume loss due to bark deduction

Kod oblovine gdje je promjer bez kore relevantan za određivanje dimenzija i klase kakvoće mjereni se promjer s korom mora umanjiti za dvostruku debljinu kore dvostrukim određivanjem debljine kore na mjestu mjerenja ili korištenjem tablica postotka kore, odnosno debljine kore (HRN EN 1309-2:1999). U hrvatskom se šumarstvu koriste jedinstvene višeulazne tablice odbitaka kore (Anon. 2000), čiji su ulazi: promjer oblovine s korom te vrsta drveća.

Navedene tablice imaju jedinstvene odbitke dvostruke debljine kore za sve vrste četinjača (slika 13A), koji iznose:

- ⇒ 1 cm za oblovinu promjera 12 cm do 24 cm
- ⇒ 2 cm za oblovinu promjera 25 cm do 39 cm
- ⇒ 3 cm za oblovinu promjera iznad 40 cm.

Zbog težnje za izradom lokalnih tablica odbitaka kore zasnovanih na mjerenjima ovisnost je dvostru-

ke debljine o promjeru oblovine istražena regresijskom analizom (slika 13B). Podaci dvostruke debljine kore i promjera oblovine izjednačeni su eksponencijalnom krivuljom tipa ( $y = a \cdot x^b$ ) uz jaku čvrstoću veze između nezavisne i zavisne varijable ( $R = 0,59$ ). Izjednačene vrijednosti dvostruke debljine kore o promjeru oblovine dobro se poklapaju s prethodnim istraživanjima (Rebula 1993).

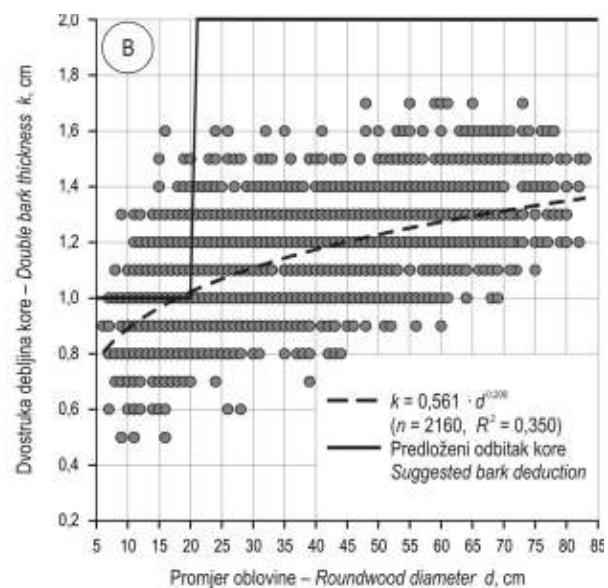
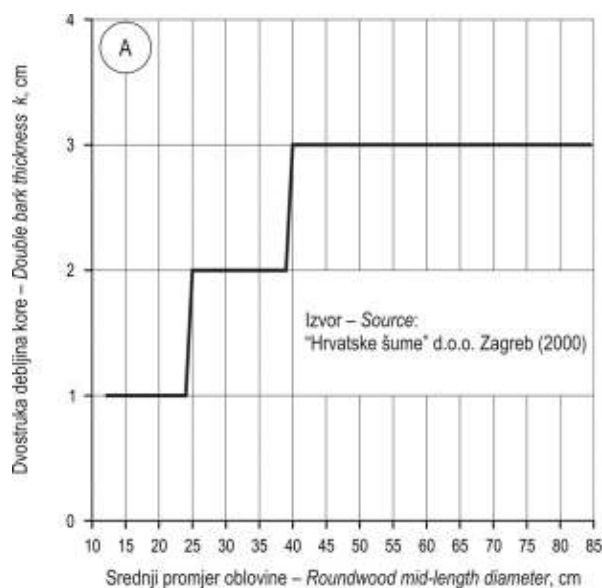
Na osnovi provedenoga izjednačenja oblikovane su lokalne tablice odbitaka kore (slika 13B), koje iznose:

- ⇒ 1 cm za oblovinu promjera do 20 cm
- ⇒ 2 cm za oblovinu promjera iznad 21 cm.

Usporedbom oblikovanih podataka odbitaka kore dobivenih ovim istraživanjem sa službenim u hrvatskom šumarstvu vidljivo je da službene tablice precjenjuju odbitke kore kod deblje oblovine. Tu pojavu u literaturi obrađuje Prka (2004) za običnu buku te Šušnjar (2001) za običnu jelu.

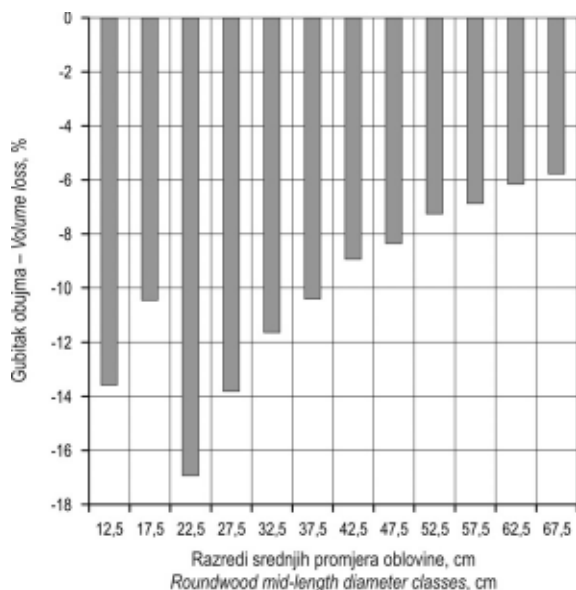
Gubitak zbog odbijanja dvostruke debljine kore izračunat je iz razlike vrijednosti obujma koji je izračunat uvrštavanjem promjera bez kore u Huberov izraz i bruto obujma oblovine koji je izračunat Huberovim izrazom, a prikazan je na slici 14.

Gubitak obujma zbog odbitaka kore eksponencijalno pada s porastom debljine oblovine od 13,6 vol. % (debljinski razred 12,5 cm) do 5,8 vol. % (debljinski razred 67,5 cm). Umjetni porast vrijednosti gubitka obujma u debljinskom razredu 22,5 cm (16,9 vol. %) posljedica je »zuba« u tablicama odbitka kore (kod oblovine do 20 cm promjera odbitak kore je 1 cm, a iznad 21 cm promjera 2 cm).



Slika 13. Odbici kore za smrekovu oblovinu  
Fig. 13 Bark deduction for spruce roundwood

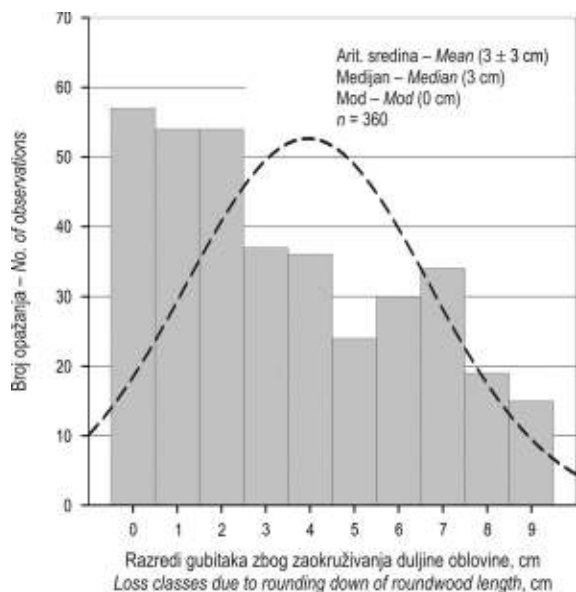




Slika 14. Gubitak obujma zbog odbitka kore  
Fig. 14 Volume loss due to bark deduction

4.4 Gubitak obujma zbog propisanoga načina izmjere duljine – Volume loss due to prescribed method of length measurement

Nominalna je duljina izrađene oblovine najkraća duljina koja je određena kao udaljenost između dviju paralelnih površina na krajevima obloga drva okomito na njezinu uzdužnu os (HRN EN 1309-2:1999). Izražava se u metrima (na dvije decimale) te se zaokružuje na puni decimetar naniže.

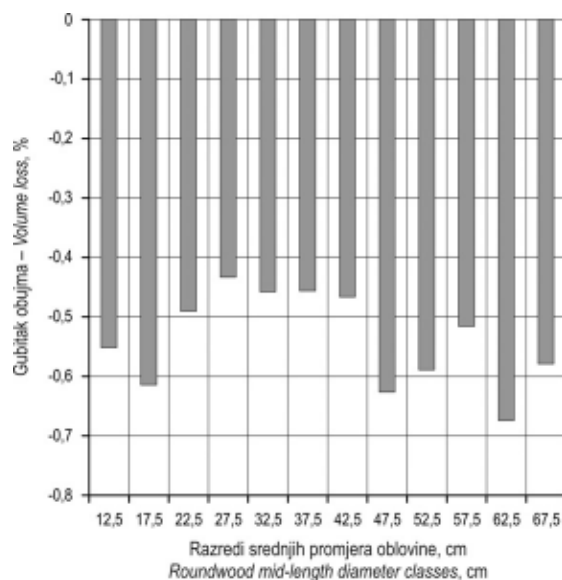


Slika 15. Distribucije gubitaka pri mjerenju duljine  
Fig. 15 Distribution losses due to length measurement

Jednostruka analiza varijance pokazala je da nema statistički značajne razlike u zaokruživanju duljine na pune niže decimetre pojedinoga komada izrađene smrekove oblovine ( $F_{izr} = 0,599804 < F_{crit} = 1,816211$ ) unutar pojedinih debljinskih razreda. Stoga su podaci gubitaka zbog zaokruživanja duljine na puni niži decimetar svih debljinskih razreda tretirani kao jedan skup podataka (slika 15).

Raspodjela opažanja po razredima gubitaka zbog zaokruživanja duljina izrađene oblovine na puni niži decimetar ukazala je na nenormalnost distribucije podataka (slika 15). Prosječni gubitak pri izmjeri duljine pojedinoga komada obloga drva iznosio je  $3 \pm 3$  cm.

Gubitak obujma zbog propisanoga načina izmjere duljine (slika 16) nije pokazala ovisnost o debljinskom razredu izrađene oblovine, već je kolebala u



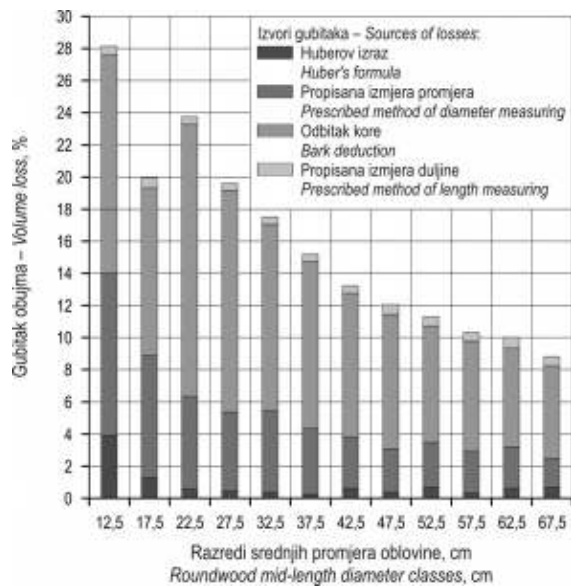
Slika 16. Gubitak obujma zbog propisanoga načina izmjere duljine  
Fig. 16 Volume loss due to prescribed method of length measurement

rasponu od 0,4 vol. % do 0,7 vol. %. Na dobiveni rezultat utječe neovisnost duljine izrađene oblovine o njegovu srednjem promjeru (slika 10).

5. Rasprava – Discussion

Istraživanjem gubitaka obujma izrađene smrekove oblovine, s obzirom na propisani način izmjere obloga drva i obračuna obujma (NN 57/05, HRN EN 1309-2:1999), utvrđeni su ovi izvori gubitaka (slika 17): gubitak zbog propisanoga izraza za izračun obujma (Huberov izraz), gubitak zbog propisanoga načina izmjere promjera, gubitak zbog odbijanja dvostruke debljine kore, gubitak zbog propisanoga načina izmjere duljine.

Za najtočniji izraz procjene obujma oblovine pretpostavljena je Rieckeova formula, na osnovi koje je



**Slika 17.** Gubitak obujma zbog propisanoga načina izmjere oblovine  
**Fig. 17** Volume loss due to prescribed method of roundwood scaling

izračunat bruto obujam oblovine i koja je bila referentna vrijednost u odnosu na koju su se iskazivali gubici obujma zbog propisanoga načina mjerenja.

Ovisnost vrijednosti gubitka obujma o debljinskom razredu javlja se kod ovih izvora gubitaka: propisanoga izraza za obujam (Huberov izraz), propisanoga načina izmjere promjera te kod odbijanja dvostruke debljine kore. Kod svih navedenih izvora gubitaka prisutan je pad vrijednosti gubitka obujma porastom debljinskoga razreda obloga drva. Kao izvor najvećega gubitka obujma obloga drva utvrđen je gubitak zbog odbijanja dvostruke debljine kore (od 16,9 vol. % do 5,8 vol. %), a zatim redom slijede: propisani način izmjere promjera (od 10,1 vol. % do 1,8 vol. %), propisani izraz za izračun obujma (od 3,9 vol. % do 0,3 vol. %) te propisani način izmjere duljine (od 0,7 vol. % do 0,4 vol. %).

Ukupni gubitak obujma zbog propisanoga načina izmjere smrekove oblovine eksponencijalno pada s porastom debljine oblovine od 28,1 vol. % (debljinski razred 12,5 cm) do 8,8 vol. % (debljinski razred 67,5 cm). Umjetni porast vrijednosti gubitka obujma u debljinskom razredu 22,5 cm (23,8 vol. %) posljedica je »zuba« u tablicama odbitka kore.

## 6. Umjesto zaključka – *Instead of conclusion*

Ovim se istraživanjem željela potaknuti šira stručna rasprava o tome da li ovodobni propisani način mjerenja obloga drva zadovoljava hrvatsko šumarstvo te mogu li se gubici obujma zbog propisanoga načina mjerenja oblovine smanjiti radi racionalizacije troškova proizvodnje.

Svakako postoje različite mogućnosti za smanjenje gubitaka obujma oblovine koje bi trebalo ugraditi u budući »Pravilnik o mjerenju, razvrstavanju i obilježavanju obloga drva«. Pravi trenutak za navedeno ogleda se u spoznaji da Tehnički odbor 218 (Drvo) Hrvatskoga zavoda za norme ima zadatak povlačenje dosadašnje norme HRN EN 1309-2:1999 (Oblo i piljeno drvo – Metode mjerenja dimenzija – 2. dio: Oblo drvo) te usvajanje nove norme EN 1309-2:2006 (Round and sawn timber – Method of measurement of dimensions – Part 2: Round timber – Requirements for measurement and volume calculation rules).

## 7. Literatura – *References*

- Anon., 2000: Tablica odbitaka kore – HsPro 2000. »Hrvatske šume« d.o.o., Zagreb
- Fonseca, M. A., 2005: The Measurement of Roundwood: Methodologies and Conversion Ratios. CABI Publishing, 1–267.
- Gregorie, T. G., H. V. Viant, G. M. Furnival, 1986: Estimation bole volume by Importance Sampling. Canadian Journal of Forest Research, 16: 554–557.
- HRN EN 1309-2:1999, Oblo i piljeno drvo – Metode mjerenja dimenzija, 2. dio: Oblo drvo
- HRN EN 1310:1999, Oblo i piljeno drvo – Metode mjerenja značajki
- HRN EN 1311:1999, Oblo i piljeno drvo – Metode mjerenja bioloških oštećenja
- HRN EN 1315-1:1999, Razredba dimenzija – 1. dio: Oblo drvo listača
- HRN EN 1315-2:1999, Razredba dimenzija – 2. dio: Oblo drvo četinjača
- HRN EN 1316-1:1999, Oblo drvo listača – Razvrstavanje po kakvoći, 1. dio: Hrast i bukva
- HRN EN 1316-2:1999, Oblo drvo listača – Razvrstavanje po kakvoći, 2. dio: Topola
- HRN EN 1316-3:1999, Oblo drvo listača – Razvrstavanje po kakvoći, 3. dio: Jasen i javori
- HRN EN 1927-1:2000, Oblo drvo četinjača – Razvrstavanje po kakvoći, 1. dio: Smreke i jele
- HRN EN 1927-2:2000, Oblo drvo četinjača – Razvrstavanje po kakvoći, 2. dio: Borovi
- HRN EN 1927-3:2000, Oblo drvo četinjača – Razvrstavanje po kakvoći, 3. dio: Ariši i duglazije
- Mihajlov, I., 1983: Obujam. Šumarska enciklopedija 2, JLZ »Miroslav Krleža« Zagreb, 527–540.
- Nikolić, S., 1993: Iskorišćavanje šuma. Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Beograd, 1–263.
- NN 180/2004: Zakon o klasifikaciji neobrađenog drva.
- NN 57/2005: Pravilnik o mjerenju, razvrstavanju i obilježavanju neobrađenog drva.
- NN 140/2005: Zakon o šumama.
- NN 116/2006: Pravilnik o doznaci stabala, obilježavanju drvnih sortimenata, popratnici i šumskom redu.
- Šušnjar, M., 2001: Neke značajke kakvoće stabala obične jele (*Abies alba* Mill.) u gospodarskoj jedinici »Belevina«

Nastavno-pokusnog šumskog objekta Zalesina. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–156.

Patterson, D. W., H. V. Wiant, Jr., G. B. Wood, 1993a: Comparison of the centroid method and taper systems for estimating tree volumes. *North. J. Appl. For.*, 10(1): 8–9.

Patterson, D. W., H. V. Wiant, Jr., G. B. Wood, 1993b: Log volume estimations-the centroid method and standard formulas. *J. For.*, 91(8): 39–41.

Patterson, D. W., H. V. Wiant, Jr., G. B. Wood, 1993c: Errors in estimating the volume of butt logs. *Forest Products Journal*, 43(3): 41–44.

Prka, M., 2004: Debljina kore obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u sječinama bjelovarske Bilogore (Bark thicknesses of common beech /*Fagus sylvatica* L./ in cutting areas of Bjelovar Bilogora). *Šumarski list*, 128 (7–8): 391–403.

Rebula, E., 1993: Napake izmere oblovine iglavcev in predlog novega načina izmere. 1. del (The Errors of Conifers' Round-

wood Measurements and a Suggestion as to a New Measuring Method – part 1). *Gozdarski vestnik*, 51(10): 446–459.

Rebula, E., 1994: Napake izmere oblovine iglavcev in predlog novega načina izmere. 2. del (The Errors of Conifers' Roundwood Measurements and a Suggestion as to a New Measuring Method – part 2). *Gozdarski vestnik*, 52(1): 2–21.

Rebula, E., 1996: Kaj pomeni odsotnost standardov za merjenje in razvrščanje lesa? *Gozdarski vestnik*, 54(4): 227–228.

Schopfer, W., 1982: Rundholzvermessung in Wandel-Entwicklungstendenzen bei der Vermessung von Massensortimenten. *Fw. Cbl.*, 121–131.

Vujeva, J., 2007: Izvori gubitaka obujma izrađene smrekove oblovine. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–24.

Yavuz, H., 1999: Comparison of the Centroid Method and Four Standard Formulas for Estimating Log Volumes. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23: 597–662.

---

## Abstract

---

### Volume losses of processed spruce roundwood due to prescribed method of scaling

*By research of volume losses of processed spruce roundwood, with respect to the prescribed method of scaling roundwood and volume calculation in the Croatian forestry, the following sources of loss have been determined: prescribed expression for the calculation of volume (Huber's formula), prescribed method of diameter measurement, deduction of the double bark thickness, prescribed method of length measurement.*

*Riecke's formula was assumed to be the most accurate formula for the assessment of roundwood volume. Based on this formula, the gross roundwood volume was calculated and it represented the reference value for expressing volume losses caused due to the prescribed method of scaling.*

*The dependence of the values of volume losses on thickness class of processed roundwood was recorded with the following sources of loss: prescribed formula for the calculation of volume (Huber's formula), prescribed method of diameter measurement, and deduction of the double bark thickness. For all the above said sources of loss, the decrease of values of volume loss was recorded with the increase of roundwood mid-length diameter class. Deduction of the double bark thickness was determined as the biggest source of volume loss of roundwood (from 16.9 vol. % to 5.8 vol. %), and it was followed by: prescribed method of diameter measurement (from 10.1 vol. % to 1.8 vol. %), prescribed formula for the calculation of volume (from 3.9 vol. % to 0.3 vol. %), and prescribed method of length measurement (from 0.7 vol. % to 0.4 vol. %).*

*Total volume loss due to the prescribed method of scaling spruce roundwood shows a tendency to decrease exponentially with the increase of roundwood mid-length diameter class, from 28.1 vol. % (class of 12.5 cm) to 8.8 vol. % (class of 67.5 cm). The artificial increase of the values of volume loss in the mid-length diameter class of 22.5 cm (23.8 vol. %) is the consequence of »tooth« effect in the tables of bark deduction.*

*Key words: volume loss, roundwood scaling, spruce roundwood*

---

#### Adresa autorâ – Authors' addresses:

Doc. dr. sc. Tomislav Poršinsky  
 e-mail: porsinsky@sumfak.hr  
 Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
 Svetošimunska 25  
 HR-10 000 Zagreb  
 Jozo Vujeva, dipl. inž.  
 Kovačić  
 80203 Livno  
 Bosna i Hercegovina

Primljeno (Received): 17. 9. 2007.  
 Prihvaćeno (Accepted): 6. 12. 2007.