

Prilog proučavanju svojstava juvenilnog drva hrasta lužnjaka (*Quercus robur*, L)

Prof. dr. Stanislav Bađun, dipl. ing.

UDK 634.0.812

Sumarski fakultet Zagreb

Primljeno: 5. rujna 1980.

Znanstveni rad

Prihvaćen: 15. listopada 1980.

Sažetak

Istraživanjem utezanja juvenilnog drva hrasta utvrđeno je da ono iznosi aksijalno 0,45%; radijalno 5,60%; tangencijalno 10,61% i volumno 15,90%. Utezanje juvenilnog drva veće je od kompariranog utezanja zrelog drva hrasta za 12,5% u aksijalnom smjeru; 15,0% radijalno; 13,1% tangencijalno i 11,8% volumno. Gustoća kod 0% vlažnosti juvenilnog drva hrasta $\rho_n = 703 \text{ kg/m}^3$, što je za 12,5% veće od komparirane gustoće zrele hrastovine. Nominalna gustoća juvenilnog drva hrasta $\rho_n = 590 \text{ kg/m}^3$ veća je za 10,3% od iste gustoće komparirane hrastovine zrelog drva. Ova su istraživanja bila usmjerena, s ciljem dobivanja podataka za određivanje veličine nadmjere, kod piljenja tankih hrastovih trupaca.

Ključne riječi: juvenilno drvo hrasta — gustoća i utezanje — tanki trupci hrasta

CONTRIBUTION TO THE INVESTIGATION OF PROPERTIES OF JUVENILE OAK WOOD (*QUERCUS ROBUR* L.)

Summary

Investigating shrinkage of juvenile oakwood it has been established that it amounts axially 0,45 per cent; radially 5,60 per cent.; tangentially 10,61 per cent; and volumetrically 15,90 per cent. Shrinkage of juvenile wood in comparison with the shrinkage of adult oakwood has been higher by 12,5 per cent. in axial direction; 15,0 per cent. in radial; 13,1 per cent. in tangential and 11,8 per cent. in volumetric direction. At the 0 per cent. moisture content of juvenile oak, the density is $\rho_n = 703 \text{ kg/m}^3$, being by 12,5 per cent. higher from the compared density of adult oakwood. The nominal density of juvenile oak $\rho_n = 590 \text{ kg/m}^3$ has been by 10,3 per cent. higher from the same density of compared adult oakwood. These examinations had a purpose to find out particulars for establishing the extent of over-measure when sawing thin oak logs.

Key words: juvenile oakwood — density and shrinkage — thin oak logs

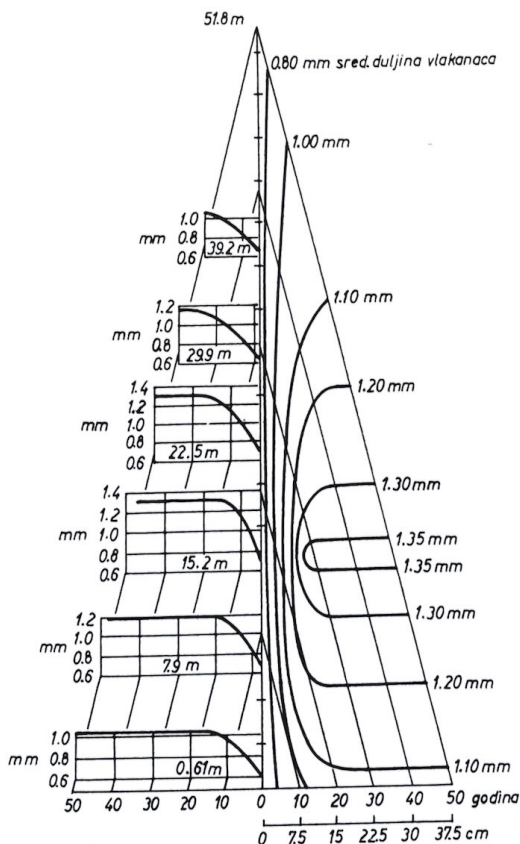
1.0 UVOD

U aksijalnom i poprečnom smjeru debla kod četinjača i listača razlikuju se, prema strukturi i svojstvima, dvije zone formiranog drva. Jedna je zona *juvenilnog drva*, koju čini cilindrični stup drva narastao oko srčike prije nego što su inicijali kambija dostigli svoju optimalnu veličinu. Druga je zona *zrelog drva* (adultno), koja se formira kasnije, od fiziološki zrelog kambija, s vanjske strane juvenilnog drva. Poznato je da unutar

juvenilnog drva postepeno varira struktura godova (razvoj tipične građe), morfologija stanica (dužina, promjer, debljina stijenke), ultrastruktura (kut mikrofibrila, stupanj kristalizacije), osnovni kemijski sastojci (celuloza, lignin). Sve se to zbiva dok se ne dostigne određeni tipični nivo za pojedine vrste. Zrelo drvo ima navedene karakteristike koje odgovaraju tipičnom nivou i one se smatraju normalom za određenu vrst drva.

Krivulje varijacija, strukture i svojstava drva (dimenzije vlakana, gustoća, mehanička svoj-

stva, sadržaj celuloze) u transversalnom smjeru od srčike prema periferiji na raznim visinama debla pokazuju sličan izgled. Varijabilitet kao posljedica djelovanja različitih ekoloških faktora kod ovakvih se razmatranja mora eliminirati. Mjesto (područje) prekida uzlaznog toka krivulje i njen postepeni prijelaz u gotovo horizontalni tok označava period formiranja juvenilnog drva (sl. 1). U tom se periodu ostvari većina pratećih pojava sazrijevanja kambija. Dalji horizontalni trend toka krivulje predstavlja dostignuće maksimalnog (tipičnog) nivoa, svojstvenog zrelog drvu. U ekstremno starog drva (prezrelog) često se pojavljuje smanjenje vrijednosti karakteristika tipičnog nivoa (normala) zrelog drva. Na slici 1, za primjer su prikazane varijacije dužine vlaknaca u radijalnom i aksijalnom smjeru. Kao što se na slici vidi, juvenilno drvo je ono koje kambij stvara u ranom periodu formiranja stabla, a zrelo drvo ono koje kambij proizvodi u kasnijoj



Slika 1. Varijacije duljine vlaknaca u radijalnom i aksijalnom smjeru drva debla *Eucalyptus regnans* F. v. M.

Desno — distribucija u radijalnoj (aksijalnoj) ravni drva
Lijevo — transversalna distribucija u radijalnom smjeru na raznim visinama debla (8).

Picture 1. Variations of fibre lengths in the radial and axial direction of the stem of *Eucalyptus regnans* F. v. M.

Right — distribution in radial (axial) stem level.

Left — transversal distribution in radial direction on different stem heights (8).

dobi. Formiranje juvenilnog drva povezano je s prolongiranim djelovanjem apikalnog meristema u području aktivne krošnje tokom rasta. Daljim rastom i razvojem krošnje na većim visinama (kod starijih stabala) kambij na određenim visinama debla ne sudjeluje više u formiranju krošnje i počinje proizvoditi zrelo drvo (Larson, P. R. [8]). U aksijalnom smjeru, dužina vlaknaca unutar godova deblvine raste postepeno od žilista i dosiže maksimum ispod krošnje (sl. 1). Dalje prema vrhu stabla ta se dužina vlaknaca smanjuje i dosiže minimalnu vrijednost tipičnu za juvenilno drvo. Analize varijacija drugih strukturnih karakteristika i nekih svojstava, za drvo proizvedeno u ranijem i kasnijem periodu razvoja stabla, pokazuju također određene svojstvene zavisnosti. Ove varijacije i vrijeme postizanja tipičnog nivoa različito je ne samo između vrsta drva nego i unutar stabala iste vrste drva. Taj period fluktuiru između minimalno 5—10 godina do maksimalno 50—60 godina [2]. Prema istraživanjima Petrić, B. i Šćukanec, V. [11], to vrijeme kod hrastovine lužnjaka iznosi približno 40 godina.

Sve veće prisustvo i naponi što racionalnije prerade tankih trupaca čine poznavanje strukture i svojstava juvenilnog drva posebno važnim. U tu su svrhu u ovom radu istražena neka fizička svojstva juvenilnog drva hrasta lužnjaka, podaci koji su od interesa za preradu tankih trupaca hrastovine.

2.0 POKUSNI UZORCI I METODA ISTRAŽIVANJA

Kao materijal za istraživanje upotrijebljeni su pokusni uzorci, ispiljeni iz tankih trupaca hrasta promjera 16—20 cm, prikupljeni metodom slučajnog izbora. Iz skupine od približno 100 trupaca iste pošiljke, nepoznate provenijencije, pokusni uzorci (kolotovi) uzeti su iz 25 trupaca. Iz tih su kolotova, u smjeru proizvoljno odabranog dijametra, izrađene probe za ispitivanje volumne mase (gustoće), linearnog i volumnog utezanja, vlažnosti zasićenja vlaknaca, te koeficijentata utezanja. Volumna masa, utezanje i zasićenost žice ispitani su prema JUS D.A1.044 i JUS D.A1.049. Dio pokusnih uzoraka poslužio je i za istraživanje strukturnih karakteristika drva tankih trupaca hrasta.

3.0 REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1 Volumna masa (gustoća)

Istražena je volumna masa standardno suhog drva i nominalna volumna masa, a izračunata je volumna masa prosušenog drva prema izrazima koje su predložili brojni autori [13]. U tablici I prikazani su podaci istraživanja volumne mase drva tankih trupaca hrasta.

VOLUMNA MASA HRASTOVINE TANKIH TRUPACA. Tablica I
DENSITY OF OAK WOOD FROM SMALL LOG DIMENSION. Table I

Svojstvo	Broj proba	Granice od do	m	f _m	s	f _s
Volumna masa kod 0% vlaž.	99	555 839	702,9	5,87	58,4	4,1
Nominalna volumna masa kod 12% vlaž.	99	483 685	590,3	4,01	39,9	2,8
Volumna masa kod 12% vlaž.	99	589 866	735,2	6,57	65,0	4,6

m — aritmetička sredina; f_m — greška arit. sredine; s — srednja kvadratna greška; f_s — greška standardne devijacije.

3.2 Utezanje i vlažnost zasićenja vlakanaca

Istraženo je aksijalno (longitudinalno) utezanje, radijalno, tangentno i volumno utezanje, te vlažnost zasićenja vlakanaca. U tablici II prikazani su rezultati ovih istraživanja.

LINEARNO I VOLUMNO UTEZANJE. VLAŽNOST ZASIĆENJA VLAKANACA.
LINEAR AND VOLUME SHRINKAGE. FIBER SATURATION POINTS.

Table II
Tablica II

Svojstvo	Broj proba	Granice		m	f _m	s	f _s
		od	do				
	kom.	%			%		
Aksijalno utezanje	84	0,00	1,82	0,448	0,045	0,415	0,032
Radijalno utezanje	99	3,58	8,47	5,598	0,088	5,875	0,062
Tangencijalno utezanje	99	7,37	14,79	10,611	0,163	1,625	0,115
Volumno utezanje	99	11,65	20,70	15,899	0,184	1,829	0,130
Vlažnost zasićenja vlakanaca	99	21,6	32,3	26,93	0,238	2,37	0,168

Veličina anizotropije utezanja odnosno diferencijalnog utezanja važan su podatak za proučavanje ponašanja drva kod prerade i upotrebe. Anizotropija utezanja može se numerički iskazati međusobnim odnosom pojedinih vrijednosti linearnih utezanja, kako slijedi:

Utezanje	tang.	rad.	tang.
	aks.	aks.	rad.
stupanj anizotropije	23,6	12,5	1,89

3.3 Koeficijenti utezanja

Koeficijenti utezanja su veličine utezanja za jediničnu promjenu vlažnosti od 1%. Oni mogu korisno poslužiti za praktične potrebe kod izra-

čunavanja parcijalnog utezanja unutar higroskopskog područja. Ako je v_p — početna vlažnost ispod točke zasićenosti žice, v_k — vlažnost do koje će se drvo osušiti, onda se pripadajuća veličina parcijalnog utezanja može izračunati iz izraza $\beta v_p - v_k = (v - v_k) \cdot K$; gdje je K koeficijent linearnog ili volumnog utezanja.

Određivanje vrijednosti koeficijenta utezanja temelji se na dvije pretpostavke: — da se početak utezanja poklapa s vlažnosti zasićenja vlakanaca; — da postoji linearan odnos između utezanja i sadržaja vode drva u granicama higroskopske vlažnosti. U ovim su istraživanjima koeficijenti utezanja izračunati iz srednje vrijednosti linearnih, odnosno volumnog utezanja (β), te srednje vrijednosti vlažnosti zasićenja vlakanaca (v_h);

$$K = \frac{\beta}{v_h}$$

U tablici III prikazani su rezultati obračuna koeficijenata utezanja.

računa koeficijenata utezanja.

4.0 KOMPARACIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

4.1 Volumna masa juvenilne i zrele hrastovine

Kao što je ranije navedeno, isti pokusni materijal poslužio je i za istraživanja strukturnih karakteristika drva tankih trupaca hrasta. Ta su istraživanja, Petrić, B. i Šćukanec, V. [11], nedvojbeno pokazala da je ispitani materijal kategorije juvenilnog drva.

Radi cjelovitijeg proučavanja istraženih svojstava juvenilnog drva hrasta, usporedit će se ovi rezultati s rezultatima istraživanja istih svojstava zrele hrastovine. U tu svrhu upotrijebit će se rezultati istraživanja Horvat, I. [6, 7], Bađun,

KOEFICIJENTI LINEARNOG I VOLUMNOG UTEZANJA.
COEFFICIENTS OF LINEAR AND VOLUME SHRINKAGE.

Tablica III
Table III

Svojstvo	Broj proba	Granice		m	f _m	s	f _s
		od	do				
	kom.	%			%		
Koef. aksij. utezanja	84	—	0,057	0,017	0,002	0,016	0,001
Koef. rad. utezanja	99	0,151	0,258	0,208	0,003	0,032	0,002
Koef. tang. utezanja	99	0,275	0,458	0,394	0,006	0,059	0,004
Koef. volum. utezanja	99	0,511	0,641	0,590	0,007	0,068	0,005

S. [1]. U tablici IV iznijeti su podaci za komparaciju i izračunate relativne razlike između razmatranih svojstava juvenilnog i zrelog drva hrasta lužnjaka.

zani su osnovni podaci i podaci za komparativnu analizu.

Iz podataka u tablici V se vidi da je utezanje ispitane juvenilne hrastovine veće od istog svoj-

KOMPARACIJA VOLUMNE MASE JUVENILNOG I ZRELOG DRVA HRASTA.
COMPARISON OF DENSITY OF JUVENILE AND MATURE OAK WOOD.

Tablica IV
Table IV

Autor	Hrastovina oznake	Područje	Volumna masa		
			kod 0 % vlage	nominalna kg/m ³	kod 12% vlage
* * *	juvenil — 1	—	703	590	735
Korvat, I.	zrela — 2	SFRJ	625	535	658
Horvat, I.	zrela — 3	Lipovljani	660	567	693
Badun, S.	zrela — 4	Lubardenik	616	527	648

Razlika u volumnoj masi %

Komparacija	Razlika u volumnoj masi %			
	1—2	SFRJ	12,5	10,3
1—3	Lipovljani	6,5	4,1	6,1
1—4	Lubardenik	14,1	12,0	13,4

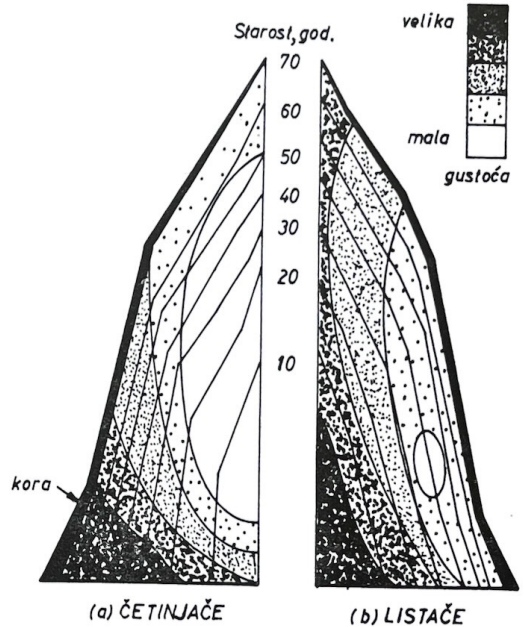
Iz pregleda u tablici IV se vidi da je volumna masa ispitanoog juvenilnog drva hrasta veća od istog svojstva komparirane zrele hrastovine. Slične se razlike dobiju ako se komparacija izvrši u odnosu na zrelu hrastovinu s drugih područja u Evropi. Od sedam izvornih podataka [1], volumna masa juvenilnog drva iz ovih istraživanja veća je u pet slučajeva.

Istraživanja (Gohre, K. [8]), Grössler, W. [4] i Hamilton, J. R. [5]) na topolovini, bukovini i hrastovini pokazuju da su varijacije volumne mase u deblu listača (aksijalno i radijalno) gotovo obratne od onih koje se javljaju kod četinjača. Na slici 2 prikazan je raspored, odnosno varijacije volumne mase u deblu četinjača i listača prema Panshin, A. J. i dr. [8]. Iz slike se vidi da je u aksijalnom smjeru kod listača volumna masa veća u dijelu centralnog cilindra. U radijalnom se ona smanjuje od srčike prema periferiji, a prema istraživanjima Hamilton, J. R., kod hrastovine se takav trend očituje na bilo kojoj visini debla. Difuzno porozne vrste pokazuju neka odstupanja od takva rasporeda, ali shema idealizirane distribucije volumne mase prikazane na slici 2 uglavnom vrijedi [8].

Iako u ovom radu nisu izvršena direktna komparativna istraživanja volumne mase juvenilne i zrele hrastovine, ipak podaci izvršene komparacije ovih kategorija drva upućuju na tendenciju sličnu onoj prikazanoj na slici 2.

4.2 Utezanje juvenilne i zrele hrastovine

Kao i kod razmatranja volumne mase i za utezanje su komparirani podaci istog svojstva juvenilnog i zrelog drva hrasta. U tablici V prika-



Slika 2. Raspored gustoće (volumne mase) u radijalnoj (aksijalnoj) ravni debla četinjača i listača (8).

Picture 2. Distribution of density (volume mass) in radial (axial) level of coniferous and deciduous tree stems (8).

stva zrele hrastovine. U literaturi se obično navodi da je aksijalno utezanje juvenilnog drva veće nego u zrelog. Ova se pojava tumači zbog atipičnog nivoa aksijalne strukture juvenilnog drva. U ovom radu istraženo juvenilno drvo pokazuje povećano utezanje i u ostalim smjerovima. Poznato je da unutar iste vrste drva utezanje je to veće što je masa (težina) drva veća.

Komparacija veličine koeficijentata utezanja juvenilne i zrele hrastovine također pokazuje da su ti koeficijenti veći za juvenilno drvo. Ta relativna promjena dimenzija, koju iskazuje koeficijent utezanja, znatno je veća u juvenilnog drva, jer je vlažnost zasićenja vlakancima juvenilnog i zrelog drva približno ista.

UTEZANJE JUVENILNE I ZRELE HRASTOVINE.
SHRINKAGE OF JUVENILE AND MATURE OAKWOOD.

Tablica V
Table V

Autor	Hrastovina oznake	Područje	U t e z a n j e			
			aksij.	radij. %	tang.	volum.
* * *	juvenil — 1	—	0,45	5,60	10,61	15,90
Horvat, I.	zrela — 2	SFRJ	0,40	4,87	9,38	14,22
Horvat, I.	zrela — 3	Lipovljani	0,43	5,00	9,82	—
Bađun, S.	zrela — 4	Lubardenik	0,42	4,93	9,79	14,23

Razlike u veličini utezanja%

Komparacija	1—2	SFRJ	12,5	15,0	13,1	11,8
	1—3	Lipovljani	4,6	12,0	8,0	—
	1—4	Lubardenik	7,1	13,6	8,4	11,7

Podaci istraživanja utezanja juvenilnog drva hrasta tankih trupaca, kao i koeficijentata utezanja, značajni su za određivanje veličine nadmjere. Pravilno određena nadmjera od posebnog je značenja u namjenskoj izradi obradaka, a kamo se sve više usmjerava prerada tankih trupaca. Racionalna prerada tankih trupaca, osim primjene adekvatne tehnologije, zahtijeva poznavanje osnovnih svojstava drva, iz čega proizlazi otkrivanje i razumijevanje njegovih tehnoloških karakteristika. Tek cjelovitost saznanja, koju čine ovi i drugi podaci, osigurat će težnju ostvarenja racionalnog iskorišćenja drvene sirovine.

5.0 ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja juvenilnog drva hrasta tankih trupaca pokazuju:

— da je volumna masa (gustoća) istraženog juvenilnog drva veća od istog svojstva komparirane zrele hrastovine

— da je utezanje istražene juvenilne hrastovine veće od utezanja komparirane zrele hrastovine

— da je poznavanje prirode juvenilnog drva posebno značajno za racionalnu preradu tankih trupaca, koja se sve više prerađuje tehnologijom namjenske izrade obradaka.

6.0 LITERATURA

- [1] BAĐUN, S.: (1965.). Fizička i mehanička svojstva hrastovine, šumskog predjela Lubardenik, Lipovljani. Drvna industrija 16 (1—2):1—8.
- [2] BROWN, H. P., PANSHIN, A. J., FORSAITH, C. C.: 1949. Textbook of wood technology. Vol. 1. Mc Graw-Hill Book Co. N. York.
- [3] DADSWELL, H. E.: 1958. Wood structure variations occurring during tree growth and their influence on wood properties. J. Inst. Wood Sci., No 1.
- [4] GROSSLER, W.: 1943. Holztechnologische Untersuchungen an Hochgebirgbuchen. Holz Roh-Werkstoff, 3 (6) : 81—86.
- [5] HAMILTON, J. R.: 1961. Variation of wood Properties in Southern Red Oak. For. Prod. J., 6 (11) : 267—271.
- [6] HORVAT, I.: 1942. Istraživanja o specifičnoj težini i utezanju slavonske hrastovine. Glasnik za šumske pokuse, Sum fakultet Zagreb, 8 : 61—135.
- [7] HORVAT, I.: 1957. Istraživanja o tehničkim svojstvima slavonske hrastovine. Sumarski list, 81 (9—10) : 321—360.
- [8] PANSHIN, A. J., ZEEUW DE, K., BROWN, H. P.: 1964. Textbook of Wood technology. Vol. 1. McGraw-Hill Book Co. N. York.
- [9] PAUL, B. H.: 1957. Juvenile Wood in Conifers. U. S. For. Prod. Lab. Rept. No. 2094.
- [10] PETRIĆ, B.: 1974. Utjecaj starosti i širine goda na strukturu i volumnu težinu bijele borovine. Annales pro experim. forest., Sum. fak. Zagreb, 17 :
- [11] PETRIĆ, B. i ŠČUKANEC, V.: 1980. Neke strukturne karakteristike juvenilnog i zrelog drva hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), Drvna industrija, 31 (3—4) : 81—86.
- [12] RENDLE, B. J.: 1960. Juvenile and adult wood. J. Inst. Wood Sci., No. 5.
- [13] UGOLEV, B. N.: 1975. DREVESINOVEDENIE S OSNOVAMI LESNOVO TOVAROVEDENIJA. Lesn. prom. Moskva.