

Utjecaj visine jelovih uzoraka na dinamiku utezanja i granicu higroskopnosti (točku zasićenosti vlaknaca)

EFFECT OF HEIGHT OF FIR SAMPLE ON SHRINKAGE PROGRESSION AND ON HYGROSCOPIC LINE (THE FIBER SATURATION POINT)

Mr. **Izet Horman**, dipl. ing.
Mašinski fakultet, Sarajevo

Izvorni znanstveni rad

Prispjelo: 5. lipnja 1989.

UDK 630* 812.2

Prihvaćeno: 12. studenog 1989.

Sažetak

U radu je prikazan utjecaj visine (longitudinalna dimenzija) jelovih uzoraka na dinamiku utezanja i točku zasićenosti vlaknaca određenu metodom utezanja.

Tokom ispitivanja uzorci su bili izloženi uvjetima mikroklimatima pri temperaturi od 20 °C i relativnoj vlazi zraka $25 \pm 3\%$.

Iz eksperimentalnog dijela istraživanja evidentan je pad intenziteta utezanja s porastom visine uzorka, što je osobito izraženo u određenom području linearne ovisnosti utezanja i sadržaja vode u drvu.

Granična vrijednost sadržaja vode u drvu pri kojoj počinje utezanje drva povećava se sa smanjenjem visine uzoraka.

Na osnovi korelacijske veze između visine uzorka i volumnog utezanja može se konstatirati da manjoj visini uzorka odgovaraju veći postotni iznosi volumnog utezanja.

Ključne riječi: jelovina — utezanje drva — granica higroskopnosti (točka zasićenosti vlaknaca).

Summary

The paper deals with the effect of height (longitudinal dimension) of fir samples on progression of shrinkage and on the fiber saturation point determined by the method of shrinkage.

During the tests the samples were subjected to the conditions of microclimate at the temperature of 20 °C and at the relative humidity of $25 \pm 3\%$. The test proved that the intensity of shrinkage was reduced by the increase of the sample's height, this being particularly observable in a certain area of linear dependence of shrinkage and content of moisture in wood.

The marginal value of moisture content in wood at which shrinkage of wood occurs was growing up by the reduction of sample's height.

On the basis of correlation between the height of the sample and volume shrinkage it can be established that higher percentages of volume shrinkage correspond to lower height of samples.

Key words: fir — shrinkage of wood — hygrosopic line (the fiber saturation point)
(V. K.)

1. UVOD

Promjena dimenzija drva zbog promjene sadržaja vode ispod točke zasićenosti vlaknaca po svojoj se prirodi svrstava u negativna svojstva. U skladu s tim, mehanizam diferencijalnog utezanja odnosno bubrenja različitih vrsta drva inicirao je mnoga istraživanja vezana za tu oblast fizike drva.

Veliki dio spoznaja o toj problematici publiciran je u raznim stručnim i naučnim radovima. U literaturi nalazimo dosta brojčanih podataka koji se odnose uglavnom na evropske ili američke vrste drva.

Jedan od elemenata za preciznije definiranje problema utezanja pojedine vrste drva, odnosno za poznavanje zakonomjernosti promjene dimen-

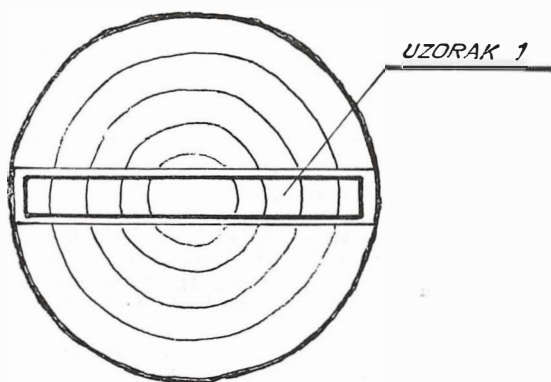
zija drva smanjenjem sadržaja vezane vode, jest i nužno poznavanje granice higroskopnosti (točke zasićenosti vlaknaca). Ispitivanjima vezanim za utvrđivanje granice higroskopnosti primjenom fizičkih ili mehaničkih svojstava bavili su se, između ostalih, Stam, A. J., 1929; Hawley, L. F., 1931; Tiemann, H. D., 1947; Krpan, J., 1957; Kollmann, F., 1968. i Kolin, B., 1985. i dr. Međutim, nema dovoljno podataka o dinamici utezanja pojedinih vrsta drva. Također je malo podataka i o utjecaju visine epruveta (uzorka) na intenzitet promjene dimenzija smanjenjem sadržaja vode ispod točke zasićenosti vlaknaca. Zbog toga je ovaj rad, između ostalog, doprinos poznavanju fizičkih svojstava jele, u nas industrijski važne vrste drva. U tom kontekstu rad je i koncipiran tako da se ispita utjecaj visine epru-

veta na dinamiku utezanja i granicu higroskopnosti spomenute vrste drva.

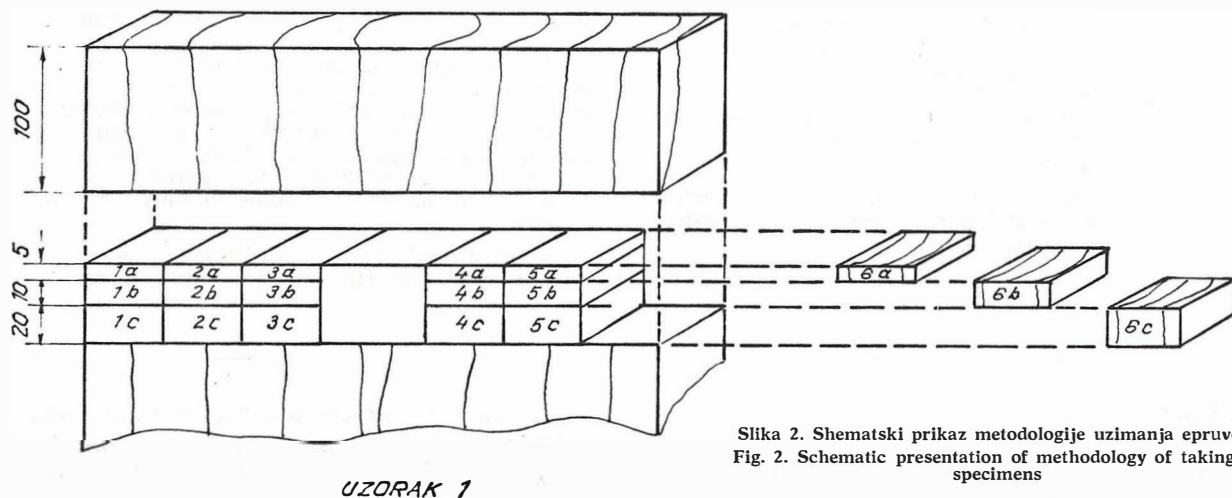
2. MATERIJAL I METODE

U skladu s postavljenom problematikom i ciljem rada, kao i s vremenom i opremom kojom smo raspolagali, određeni su opseg i metodologija ispitivanja. Ispitivanje je provedeno u laboratoriju Mašinskog fakulteta u Sarajevu.

Objekt istraživanja bile su epruvete (uzorci) izrađene od drva jele (*Abies alba Mill.*) s lokaliteta Trnovo (Bosna).



Slika 1. Shema izrade uzoraka iz trupaca
Fig. 1. Scheme of making of samples from logs



Slika 2. Shematski prikaz metodologije uzimanja epruveta
Fig. 2. Schematic presentation of methodology of taking of specimens

Shema izrade uzoraka iz trupca prikazana je na slici 1. Kao polazna osnova za izbor dimenzija epruveta poslužile su standardom (JUS D.A1.049) propisane dimenzije za ispitivanje utezanja odnosno bubrenja drva (30×30×20 mm). Slijedeći općeprihvaćenu tezu da manja visina epruveta omogućuje egzaktnije utvrđivanje granice higroskopnosti [5], za ovo su istraživanje odabrane epruvete presjeka 30 × 30 mm i visine 5, 10 i 20 mm.

Shematski prikaz metodologije uzimanja odnosno označivanja epruveta u pokusnom materijalu dan je na slici 2.

Broj epruveta (odvojeno po visinama) odnosno uzoraka predviđenih za ispitivanje bio je u skladu s odgovarajućim standardom (JUS D.A1.040).

Nakon izrezivanja, epruvete su izložene mikroklimatskim uvjetima pri temperaturi 20 °C i relativnoj vlazi zraka $25 \pm 3\%$.

Gubitak vode, odnosno vlažnost epruveta tokom ispitivanja, utvrđena je gravimetrijskom metodom.

Postizanjem ravnotežnog stanja epruvete su odlagane u termostat, gdje su se, na temperaturi 103 ± 2 °C, potpuno oslobađale vode.¹

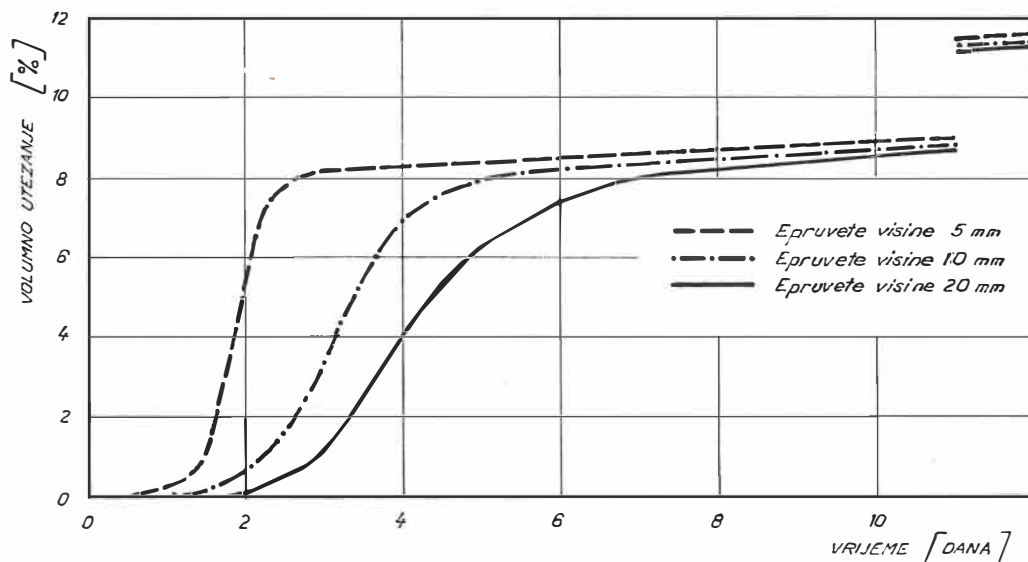
Shema vremena mjerenja dimenzija odnosno mase epruveta koncipirana je na osnovi dosadašnjih iskustava autora. Bitno je napomenuti da je u toj shemi najvažnije bilo predvidjeti što veći broj mjerenja na samom početku sušenja da bi se što preciznije odredila točka zasićenosti vlaknaca (granica higroskopnosti) za sve epruvete posebno po visini. Radi dobivanja relevantnih podataka nužnih za dosljednu analizu definiranog problema, sve su epruvete istodobno podvrgnute spomenutim mikroklimatskim uvjetima.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

S obzirom na to da je u toku ispitivanja proveden relativno velik broj mjerenja zbog nastojanja da se rezultati interpretiraju na što objektivniji način, provedena je obrada podataka metodama matematičke statistike.

Za preciznije utvrđivanje točke zasićenosti vlaknaca odnosno granice higroskopnosti (GH)

¹ U ovom izvještaju nije uključena u razmatranje kemijski vezana voda.



Slika 3. Dinamika utezanja jelovih epruveta

Fig. 3. Progression of shrinkage of fir specimens

primjenom metode utezanja, regresijskom analizom odnosa volumnog utezanja (U_v) i sadržaja vode u drvu (w) određene su jednadžbe pravca.

Točka sjecišta regresijskih pravaca s pravcem apscise u stvari je računski određena granica higroskopnosti (slika 4).

Nakon provedene analize varijanti varijablom F-distribucije, testirana su matematička očekivanja, odnosno uspoređene su vrijednosti aritmetičkih sredina granica higroskopnosti epruveta svih visina međusobno. Za to je poslužila varijabla t-distribucije. Bitno je napomenuti da je u oba slučaja testiranja greška I. vrste bila 5%. Statistički obrađeni rezultati istraživanja dani su u tablici I. Grafički prikaz dinamike utezanja jelovih epruveta dan je na slici 3.

Odnos volumnog utezanja i sadržaja vode u drvu za epruvete visina 5, 10 i 20 mm ilustriran je na slici 4.

Tablica I.

Visina epruveta (mm)	Volumno utezanje (%)	Granica higroskopnosti (%)	Testirane visinske grupe (mm)	T e s t	
				F	t
5	11,720	40,836	5/10	—	+
10	11,432	36,877	10/20	+	+
20	11,336	29,368	20/5	+	+

Znak + (—) u tablici I. označava signifikantne (nesignifikantne) razlike granice higroskopnosti (točke zasićenosti vlakana) epruveta različitih visina.

Pokazatelji potrebni za analizu dinamike utezanja dani su u tablici II.

Tablica II.

Visina epruveta (mm)	5	10	20
Područje vlage (%)	GH-13	GH-11	GH-9
$\frac{\Delta U_v}{\Delta \tau}$ (%/sat)	0,20	0,10	0,07
$\frac{\Delta w}{\Delta \tau}$ (%/sat)	0,70	0,32	0,17

τ = vrijeme sušenja epruveta.

Izloženi podaci jasno pokazuju pad intenziteta utezanja ($\Delta U_v / \Delta \tau$) s porastom visine epruveta.² Taj je pad osobito velik u početnoj fazi sušenja, a u kasnijoj fazi te razlike postepeno nestaju (slika 3).

4. ZAKLJUČCI

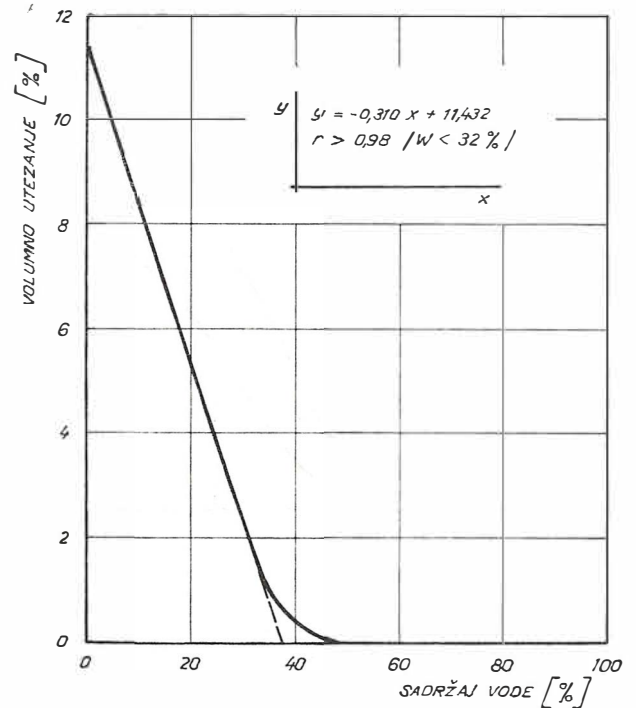
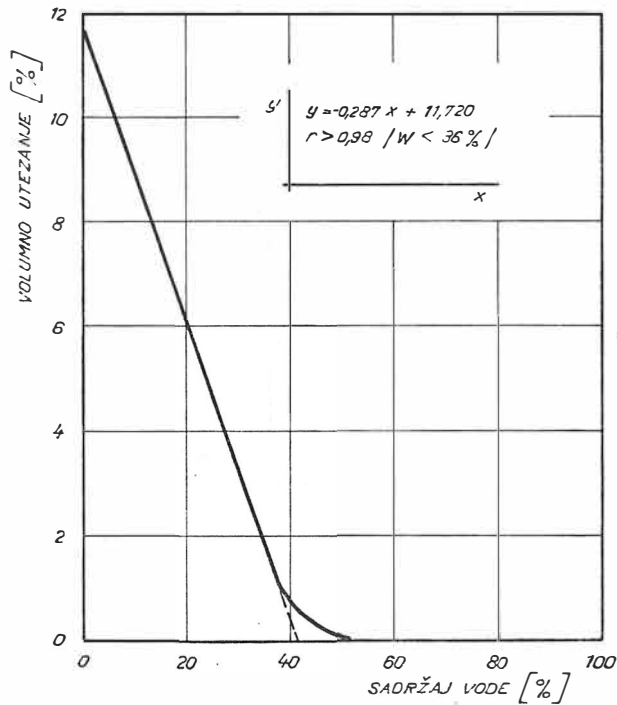
Interpretirani rezultati nedvosmisleno pokazuju pad intenziteta utezanja s porastom visine epruveta. Taj je pad osobito velik u području linearne ovisnosti utezanja i sadržaja vode u drvu, i to: za epruvete visine 5 mm GH — 13%, za epruvete visine 10 mm GH — 11% i za epruvete visine 20 mm GH — 9% vlage drva.

Razloge te pojave treba tražiti u manje ili više izraženom gradijentu vlage po presjeku drva tokom cijelog procesa sušenja epruveta, a naročito u spomenutom području linearne ovisnosti. Zato se ukupni intenzitet utezanja dobiva superpozicijom parcijalnih intenziteta pojedinih segmenata (unutrašnjih i vanjskih dijelova) drva epruveta.

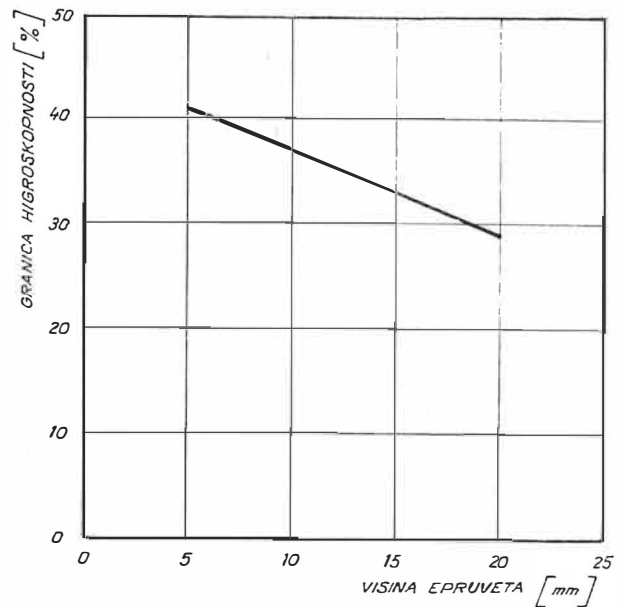
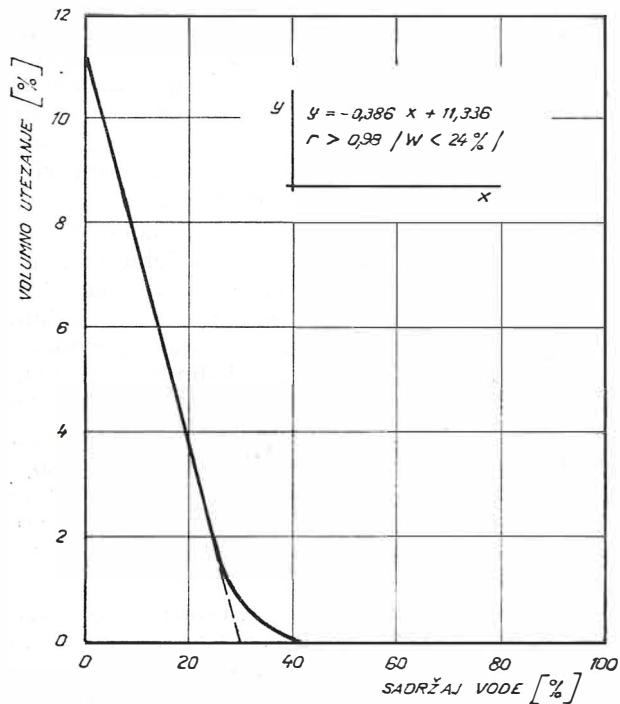
Rezultati eksperimentalnog dijela istraživanja upućuju na signifikantni pad granice higroskopnosti, uz porast visine epruveta. Na temelju te konstatacije, odnosno nakon cjelovite analize dobivenih rezultata, uz stanovitu se opreznost mogu postaviti dvije hipoteze.

Prema prvoj, gornja se konstatacija može prihvatiti kao implikacija nastanka unutrašnjih natezanja. U procesu sušenja, kada vanjski dijelovi drva epruveta većih visina postižu stanje zasićenosti vlakana (bez slobodne vode u sudovima), stanični lumeni u unutrašnjosti još su ispunjeni vodom. Niže epruvete u procesu isušivanja pokazuju ravnomjerniju raspodjelu vode po presjeku drva. U skladu s tim, pri jednakom prosječnom sadržaju vode u drvu nastaje uniformno

² Pod intenzitetom utezanja razumijeva se brzina promjene volumena epruvete.



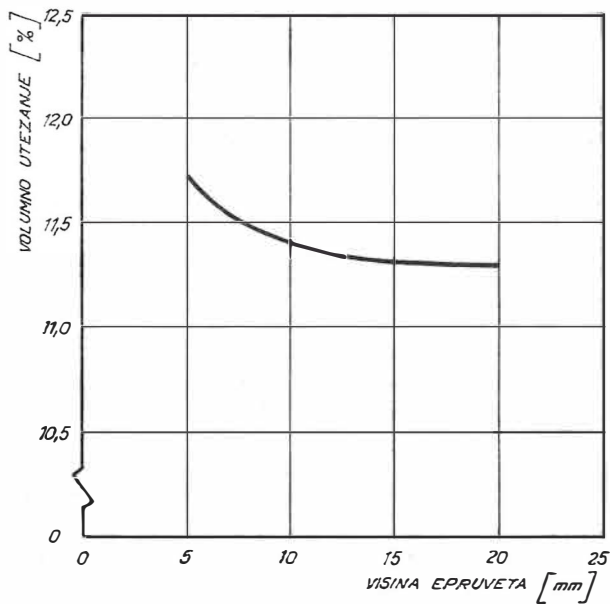
Slika 4. Odnos između volumnog utezanja i sadržaja vode u drvu kod a) epruveta visine 5 mm, b) epruveta visine 10 mm, c) epruveta visine 20 mm
 Fig. 4. Correlation between volume shrinkage and content of water in wood in a) specimen 5 mm high, b) specimen 10 mm high, c) specimen 20 mm high



Slika 5. Funkcionalna ovisnost granice higroskopnosti o visini epruveta
 Fig. 5. Functional interdependence of hygroscopic line and specimen's height

utezanje drva nižih epruveta i sprečava se utezanje vanjskih slojeva drva viših epruveta, odnosno pojavljuju se unutrašnja naprezanja koja sprečavaju odnosno usporavaju utezanje drva s aspekta prosječnog sadržaja vode u njemu.

Druga hipoteza osniva se na pretpostavci o postojanju linearnog odnosa između utezanja i vlage drva sa stanovitom količinom slobodne vode u staničnim lumenima nižih epruveta. Tu hipotezu potvrđuje činjenica da su gotovo sva vlakna-



Slika 6. Odnos između volumnog utezanja i visine epruveta
Fig. 6. Correlation between volume shrinkage and specimen's height

ca (uzdužne traheide koje čine približno 90% građe drva četinjača) nižih epruveta presječena, te je time istovremeno moguća evaporacija slobodne vode iz lumena otvorenih stanica i difu-

zija vezane vode kroz staničnu stijenku, odnosno njezina evaporacija sa stijenke onog dijela stanice gdje je slobodna voda već evaporirala.

Evidentna je korelacijska veza između visine epruveta i volumnog utezanja. Iz tog se odnosa može konstatirati da većoj visini epruveta odgovaraju niži postotni iznosi volumnog utezanja.

Teorijska podloga toga su plastične deformacije staničnih stijenka koje nastaju u procesu sušenja drva kao posljedica pojave unutrašnjih naprezanja.

LITERATURA

- [1] Erak, S.: Prilog poznavanju nekih svojstava jelovine (*Abies alba* Mill.) iz Bunte (Bosna). Pregled, (1976) 1—4, str. 35—43.
- [2] Karahasanović, A.: Tehnička svojstva bosanske prašumske jelovine. Radovi Šumarskog fakulteta Sarajevo, (1962) 7, str. 207—271.
- [3] Kollmann, F., Cote, W.: Principles of Wood Science and Technology I. Berlin, Heidelberg, New York, 1968.
- [4] Krpan, J.: Istraživanje točke zasićenosti vlaknaca važnijih domaćih vrsta drveća. Glasnik za šumske pokuse, (1957) 13, str. 18—109.
- [5] Krpan, J.: Odnos između utezanja i sadržaja vode u drvu. Glasnik za šumske pokuse, (1960) 14, str. 127—132.
- [6] Pavlin, Z.: Procesi kretanja vode u drvu. Drvna industrija, (1985) 11—12, str. 287—292.
- [7] Stamm, A. J.: Review of Nine Methods for Determining the Fiber Saturation Point of Wood and Wood Products. Wood Science, (1971), str. 114—128.
- [8] Tiemann, H. D.: Wood Technology. London, 1947.
- [9] Ugoljev, B. N.: Deformativnost drvnesiny i naprženija pri suškc. Moskva, 1971.

Recenzent: Prof. dr. Z. Pavlin