

# BILANS ISKORIŠĆENJA SIROVINE U PROIZVODNJI BUKOVOG LJUŠTENOG FURNIRA\*

Vladislav Zdravković  
Aleksandar Fratrović

UDK: 630\*832.2:582.632.2  
Naučni rad

**Izvod.**- Najveći otpadak u proizvodnji furnirskih ploča nastaje u sirovom odeljenju gde je i mereno iskorišćenje. Izmereni su otpaci na kraćenju trupaca od 10,64% i otpaci na zaokruživanju trupaca od 10,25%, iako je srednji prečnik bio 0,48 m. Naša procena je da se ovi otpaci mogu značajno smanjiti.

**Ključne reči:** ljušteni furnir, bukva, iskorišćenje.

YIELD BALANCE OF RAW MATERIAL IN PEELED BEECH VENEER PRODUCTION

**Abstract:** The greatest waste in plywood production is in green veneer production where recovery has been measured. The waste in log cross-cutting was 10.64% and losses in log-rounding was 10.25% although average log diameter was 0.48 m. Our assessment is that these losses could be significantly reduced.

**Key words:** peeled veneer, beech, yield.

## 1. UVOD

Iskorišćenje sirovine u proizvodnji ljuštenog furnira duže vreme zaokuplja našu pažnju budući da prečnici i kvalitet sirovine već godinama opadaju, a s druge strane, linije za proizvodnju ljuštenog furnira u našoj zemlji su i tehnološki i fizički zastarele. Svesni nemogućnosti naše industrije furnira da obnovi i osavremeni svoju opremu a nastojeći da na moguća poboljšanja iskorišćenja ukažemo, naša istraživanja usmerili smo u nekoliko pravaca.

Sa jedne strane, bavili smo se modeliranjem procesa ljuštenja furnira na elektronskom računaru (Zdravković, Grujić, 1997). U elektronskoj tabeli napravljen je program za simulaciju ljuštenja furnira sa algoritmom koji je korak napred u odnosu na klasične proračune jer, istovremeno, uzima u obzir i zakrivljenost trupca, ovalnost, pad prečnika, prečnik rolne-ostatka kao i grešku centriranja trupca. Ovaj model pokazao je dobro slaganje sa literaturnim podacima o iskorišćenju.

Savremena proizvodnja ljuštenog furnira je nezamisliva bez

primene laserskog skenera za centriranje trupaca malog prečnika i nepravilne forme. Pisali smo o principima rada laserskog skenera (Zdravković, 1994), i napravili smo kompjutersku simulaciju centriranja trupaca pomoću dvofaktornog modela koji omogućava istovremeno određivanje uticaja prečnika trupca i greške centriranja na gubitke u sirovom materijalu (Zdravković, 1996).

Sljedeća oblast našeg rada bila su merenja iskorišćenja u realnim uslovima na slučajno odabranom uzorku (Šoškić et al., 2003), gde je posebno ukazano na važnost usklađivanja dimenzija krojenja trupaca u šumi sa modularnim merama trupaca za ljuštenje, jer je u ovoj fazi evidentiran značajno veći otpadak od uobičajenog.

## 2. PREDMET I CILJ RADA

Predmet ovog rada je istraživanje iskorišćenja sirovine prilikom ljuštenja furnira u sirovom odeljenju, na slučajno odabranom uzorku od petnaest trupaca. Cilj ovog istraživanja je da se navedena

dosadašnja istraživanja upotpune i objedine. Pored toga, cilj je da se mesta nastanka eventualno velikih gubitaka identifikuju i da se ukaže na mogućnosti otklanjanja nedostataka i povećanja iskorišćenja sirovine koje je sve manje a koja je sve skuplja.

## 3. METOD RADA

U radu je primenjen standardni metod merenja iskorišćenja sirovine obračunatog u odnosu na ulaznu zapreminu sirovine, koji su mereni i plaćeni, što olakšava da se efekti izraze u cenovnom iznosu. Posebno je istaknut otpadak na kraćenju trupaca, učešće rolne-ostatka, kao i procena gubitaka usled toga što u liniji ne postoji uređaj za centriranje trupaca. Ljuštilica je proizvedena 1972. godine, sa svetlim otvorom od 2.700 mm. Ugao oštrenja noža je

Dr Vladislav Zdravković, vanredni profesor, Aleksandar Fratrović, dipl. inž., Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu.

\*Rad je finansiran sredstvima projekta MNT RS br. 361005.

21°, ugao oštrenja pritiskne grede je 60°, sa ravnim delom širine 2 mm pod uglom od 90°. Debljina furnira iznosila je 1,6 mm.

#### 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Za merenje iskorišćenja zapremine drveta odabrano je petnaest bukovih trupaca prosečnog srednjeg prečnika 48 cm, srednje dužine 2,19 m i srednjeg pada prečnika od 1,4 cm/m. Od petnaest trupaca bila su dva trupca L kvaliteta, šest trupaca R-I klase i sedam trupaca R-II klase. Jedanaest trupaca je krojeno na dužnu meru od prosečno 2,34 m, a ostala četiri trupca na kvernu meru od prosečno 1,31 m.

Podaci o sirovini i iskorišćenju za svih petnaest trupaca i zbirno prikazani su u tabeli 1.

komade furnira koji imaju manju dužinu od 1 m). Na osnovu naših ranijih istraživanja (Zdravković, 1996) može se pretpostaviti, da je u ovom kumulativnom otpatku najveći uticaj greške centriranja koje se, praktično, i ne vrši jer je bazirano na subjektivnoj proceni radnika na ljuštlici.

Učešće rolne-ostatka je u proseku 14,76% u odnosu na oblovinu, što je razumljivo s obzirom na loš kvalitet trupaca i prisustvo lažne srčevine.

Procenat punog furnirskog platna se kreće od 50,95% do 70,37%, prosečno 58,37%, što je u skladu sa literaturnim podacima (Nikolić, 1977, 1988). Ovaj podatak ne treba da nas zavara, ako se uzme u obzir da je furnir namenjen, uglavnom, unutrašnjim slojevima gde se tolerišu veće greške nego kod furnira za spoljne slojeve, pogotovo za lice ploče.

R-II kvaliteta. Takođe, padom kvaliteta sirovine, blago raste procentualno učešće rolne-ostatka. Ovde treba napomenuti da je broj uzoraka mali da bi se vršila statistička analiza, ali su uočeni trendovi prikazani na grafikonu 1.

Podaci o iskorišćenju, prikazani u tabeli 2, mogu se uzeti samo kao ilustracija zbog velikog broja varijabli počev od kvaliteta sirovine, vrste tehnologije, namene furnira i obučenosti radnika. Prema raznim autorima procenat otpatka pri mehaničkoj pripremi trupaca kreće se od 2,2% do 8%. Naša merenja pokazala su da je otpadak 10,64%. Otpadak koji smo izmerili prilikom ljuštenja furnira od 25,01% uklapa se u raspone navedene u literaturi i približan je vrednosti od 23,06% koji smo dobili računarskom simulacijom (Zdravković, Grujić, 1997).

Tabela 1. *Karakteristike bukove sirovine i pregled iskorišćenja*  
Table 1. *Beech raw material characteristics and review of yield*

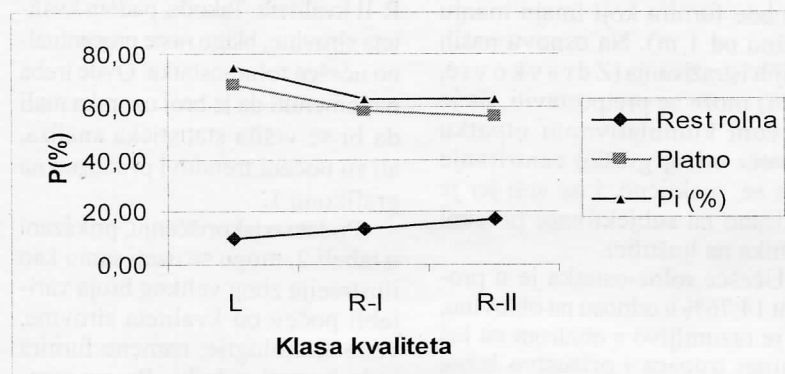
Redni broj	Klasa trupaca	Srednji prečnik (m)	Pad prečnika (cm/m)	Otpadak na kraćenju (%)	Otpaci na zaokruživ. (%)	Korisne podmere (%)	Zaokružen trupac (%)	Rest rolna (%)	Procenat platna (%)	Procenat iskorišč. (%)
1	L	0,55	2,03	8,93	5,71	5,80	79,56	9,19	70,37	76,17
2	L	0,44	1,08	9,04	8,20	7,90	76,60	9,86	64,98	72,88
3	R-I	0,52	0,60	9,53	17,23	6,24	68,68	10,25	56,75	62,99
4	R-I	0,51	1,01	9,30	11,19	3,95	75,99	15,84	59,73	63,68
5	R-I	0,43	0,83	8,22	12,95	1,91	76,95	15,39	61,53	63,44
6	R-I	0,48	1,14	15,70	8,55	6,73	69,52	11,39	57,64	64,37
7	R-I	0,45	1,60	11,62	12,45	6,71	69,41	18,26	50,95	57,66
8	R-I	0,55	1,42	9,99	13,79	4,17	73,12	10,28	61,77	65,94
9	R-II	0,52	3,42	10,74	17,11	8,87	64,72	10,12	53,16	62,03
10	R-II	0,47	1,21	7,76	11,01	7,84	75,74	19,83	53,56	61,40
11	R-II	0,43	0,36	9,37	13,22	8,13	69,51	12,97	56,29	64,42
12	R-II	0,46	1,80	10,47	5,16	1,93	84,22	28,49	53,93	55,86
13	R-II	0,41	3,19	13,27	4,03	9,04	74,20	15,66	58,01	67,05
14	R-II	0,46	0,81	14,09	8,10	7,03	71,01	11,35	59,44	66,47
15	R-II	0,53	0,60	11,61	5,04	3,34	80,02	22,53	57,49	60,83
	Prosek	0,48	1,41	10,64	10,25	5,97	73,95	14,76	58,37	64,35

Analizom podataka prikazanih u tabeli 1 primetni su veliki otpaci pri kraćenju trupaca koji iznose u proseku 10,64%, (minimum 7,76% a maksimum 15,7%) što je gotovo tri puta više nego što je uobičajeno za takav tip tehnologije. Takođe, veliko je učešće otpadaka na zaokruživanju trupca od 10,25% (oni sadrže otpatke nastale u početku ljuštenja, grešku centriranja trupca, otpatke od noževa-krajčara i

Analiza podataka u elektronskoj tabeli pokazala je da prečnik trupaca nema uticaja ni na procenat punog furnirskog platna ni na ukupno iskorišćenje oblovine.

Zapažen je uticaj kvaliteta trupaca na procenat punog furnirskog platna i na ukupno iskorišćenje, tako da je najveće kod trupaca L kvaliteta, a opada sa padom kvaliteta trupaca i najmanje je kod trupaca

Raspucavanje trupaca prilikom njihovog zagrevanja utoliko je procentualno manje, ukoliko su trupci duži, pa je poželjno da jame za hidrotermičku obradu budu što duže. Međutim, to je vezano za povećane investicije u postrojenja za hidrotermičku obradu, poskupljuje izgradnju šumskih puteva i opremu za izvlačenje dugih trupaca od 10 i više metara.



Slika 1. Iskorišćenje, puno furnirsko platno i rolna-ostatak u odnosu na kvalitet sirovine

Figure 1. Yield, full veneer mat and core percentage depending of log quality

Tabela 2. Struktura otpatka pri ljuštenju i obradi sirovog furnira

Table 2. Structure of waste in green veneer peeling and processing

Red. broj	Faza prerade	Hren (%)	Kolmann (%)	Nikolić (%)	Zdravković (%)	Šoškić (%)	Izmereno (%)
1	Mehanička priprema	2,85	5,90	3,36	2,85	8,66	10,64
2	Ljuštenje furnira	27,50	21,30	17,56	23,06	29,14	25,01
3	Mokre makaze	7,10	9,25	8,73	7,10	6,08	-
4	Ukupno otpada	37,45	36,45	29,65	33,01	43,88	35,65
5	Ostaje sirovog furnira	<b>62,55</b>	<b>63,55</b>	<b>70,35</b>	<b>66,99</b>	<b>56,12</b>	<b>64,35</b>

## 5. ZAKLJUČAK

Analiza bilansa iskorišćenja u proizvodnji ljuštenog furnira pokazala je značajno povećanje otpatka prilikom kraćenja trupaca od 10,64%. To je posledica neusklađenosti dimenzija isporučene sirovine sa modularnim merama trupaca za ljuštenje.

Povećanje otpadaka prilikom kraćenja trupaca može da nastane i ako izostane adekvatna zaštita trupaca na stovarištu oblovine ili još u šumi, ali ovaj aspekt ne možemo ovde razmatrati, jer je to posebna problematika.

Kumulativni otpaci na zaokruživanju trupaca iznosili su 10,25%. Oni u sebi sadrže i grešku centriranja. Na osnovu ranijih istraživanja (Zdravković, 1994, 1996) procena je da bi uvođenje automatskih uređaja za centriranje moglo da poveća procenat punog furnirskog

platna između 4% i 15% utoliko više ukoliko je manji srednji prečnik trupaca.

Postoje dva načina da se iskorišćenje poveća, a to su: usklađivanje dimenzija trupaca sa modularnim merama i uvođenje automatike u centriranju i na mokrim makazama. Da bi uvođenje automatike bilo opravdano, neophodno je potpuno promeniti koncept i okrenuti se preradi tanke oblovine koje ima dovoljno da bi se ostvarili veliki kapaciteti proizvodnje.

## LITERATURA

Hren, Z. (1970): Bilans iskorišćenja sirovine u proizvodnji šperploča. Drvna industrija, Zagreb, br 6, str. 98-103.

Nikolić, S.M. (1977): Iskorišćenje oblovine pri proizvodnji furnirskih (šper) ploča. Glasnik Šumarskog fakulteta, Beograd, br.52, str 397-406.

Nikolić, S.M. (1988): Furniri i slojevite ploče. Građevinska knjiga, Beograd.

Šoškić, B., Zdravković, V., Popadić, R., (2003): Iskorišćenje zapremine bukovog drveta u proizvodnji ljuštenog furnira. Šumarstvo br. 3-4, str 9-17, Beograd

Zdravković, V. (1994): Mogućnosti optimizacije u primarnoj preradi drveta pomoću laserskog 3-D skeniranja trupaca. Drvarski glasnik, Beograd, br. 10-11, str. 27-29.

Zdravković, V. (1996): Kompjuterska simulacija X-Y laserskog centriranja trupaca za ljuštenje furnira. Drvarski glasnik, Beograd, br. 17-20, str. 21-24.

Zdravković, V., Grujić, B. (1997): Dinamičko modeliranje iskorišćenja sirovine prilikom ljuštenja furnira. Drvarski glasnik, Beograd, br. 23-24, str. 13-15.

## YIELD BALANCE OF RAW MATERIAL IN PEELED BEECH VENEER PRODUCTION

Vladislav Zdravković  
Aleksandar Fratović

## Summary

In this paper the yield in green veneer production has been measured. The greatest losses in log trimming of 10.64% have been noticed, regarding of disbalance between log length and modular measure. Another increased losses of 10.25% was in log rounding, regarding of absence of proper log centering device. The technology for young small diameter logs should be introduced if we wish to increase yield.