

DINAMIČKO MODELIRANJE ISKORIŠĆENJA SIROVINE PRILIKOM LJUŠTENJA FURNIRA

UDK 630.826
Originalni naučni rad

I z v o d. – Brz razvoj računara omogućio je jednovremeno tretiranje više varijabli koje utiču na iskorišćenje prilikom ljuštenja furnira. Primenom elektronske tabele, model iskorišćenja postaje dinamički, jer se oponaša pojavljivanje prečnika, ovalnosti i zakrivljenosti trupca, kao u stvarnosti, potpuno slučajno. Pored toga, za izabrani ulazni set parametara, može se simulirati ljuštenje neograničenog broja trupaca, i prikazati statistika o iskorišćenju, koja nam može pokazati buduće ponašanje sistema.

K l j u č n e r e č i: ljušteni furnir, modeliranje iskorišćenja, računarska simulacija

DYNAMIC MODELING OF YIELD DURING VENEER PEELING PROCESS

A b s t r a c t. – Fast development of PC computers enables simultaneous treatment of several variables affecting the yield in veneer peeling process. Using the electronic spreadsheet, and imitating the behavior of the system in the real situation, with random appearance of bolt diameter, oval shape and sweep, model of the yield becomes dynamic. Also, for the chosen set of input parameters, peeling of unlimited number of bolts can be simulated, with a displayed statistics of the yield, that could be used in the prediction of future behavior of the system.

K e y w o r d s: peeled veneer, recovery modeling, computer simulation

1. UVOD

Pitanje iskorišćenja sirovine pri proizvodnji ljuštenog furnira je veoma složeno. Iskorišćenje sirovine zavisi od niza faktora: klase oblovinе koja se prerađuje, dimenzija prekrivanja (dužina i prečnika), dozvoljenih grešaka unutar klase (zakrivljenosti, ovalnosti trupca, veličini čvorova i drugih grešaka građe), korišćenja svih međumera – podmera, načina sortiranja i zaštite trupaca na stovarištu, te sistema tehnologije i obučenosti rukovaoca opremom.

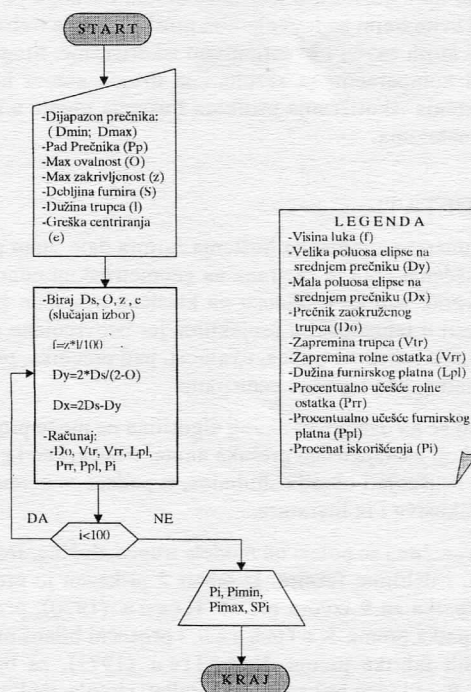
Prilikom projektovanja tehnološkog procesa neophodno je da znamo procenat iskorišćenja prilikom ljuštenja, kako bi proračunali kapacitet i broj sredstava rada. Pritom se često oslanjamo na iskustvene podatke, ili pak polazimo od jednostavnog geometrijskog modela koji trupac tretira kao valjak čiji je prečnik jednak srednjem prečniku trupca.

Ovakva geometrijska interpretacija je netačna i krajnje pojednostavljena. Danas postoje laserski skeneri i softver za tačno snimanje oblika trupca (Zdravković, 1994, 1996) ili čak uređaji koji rade na principu nuklearne magnetne rezonance koji mogu da skeniraju i unutrašnjost trupca, ali je primena ovih uređaja nerentabilna u uslovima malih proizvodnih kapaciteta kakvi su instalirani u našoj zemlji. Vršeni su i neki pokušaji procene kvaliteta furnira putem digitalizacije furnirskog platna (Dowden, 1987). Zbog toga smo pribegli prelaznom rešenju, da iskoristimo brzinu računara i proces ljuštenja simuliramo. U ovome radu pokušali smo da napravimo složeniji model ljuštenja furnira od čisto geometrijskog, gde

Vladislav Zdravković, asistent; Bojana Grujić, dipl. inž.,
Šumarski fakultet u Beogradu.

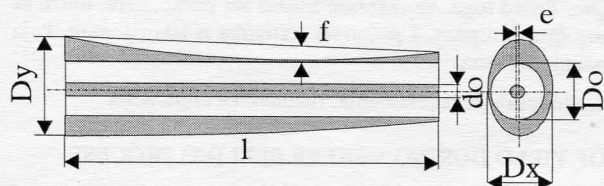
računar bira po slučajnom izboru karakteristike trupca i proračunava sve elemente iskorišćenja za 100 trupaca u svakom prolazu.

2. METOD SIMULACIJE



Slika 1: Dijagram toka za simulaciju ljuštenja furnira

U elektronskoj tabeli napravljen je program za simulaciju ljuštenja furnira sa vrlo jednostavnim algoritmom – slika 1. U okviru zadanog dijapazona prečnika, računar bira srednji prečnik na bazi koga vrši proračun iskorišćenja. Za dati prečnik i dužinu trupca, računar po slučajnom izboru bira ovalnost trupca (do 20% od srednjeg prečnika JUS D.B4.020) i zakrivljenost (do 2% od dužine trupca – JUS D.B4.022). Zatim po slučajnom izboru bira grešku centriranja (najčešće do 2cm), a zatim proračunava prečnik na tanjem kraju i prečnik zaokruženog trupca sa obračunatom ovalnošću, zakrivljenošću, padom prečnika i greškom centriranja – slika 2. Na osnovu tako proračunatog prečnika zaokruženog trupca i prečnika rolne ostatka vrši se proračun iskorišćenja.



Slika 2: Zone iskorišćenja kod stvarnog oblika trupca

Bitno je da se vrednosti za sve navedene parametre uzimaju nezavisno jedne od drugih, po slučajnom izboru, kako se i dešava u prirodi. Time proračun postaje dinamički jer u svakom sledećem prolazu, u okviru istog debljinskog razreda, svi parametri će imati neke druge vrednosti. Za svaki prolaz računar simulira ljuštenje 100 trupaca i daje prosečne vrednosti za iskorišćenje u svakoj od faza izrade ljuštenog furnira. Računaru se takođe može zadati da prikaže bilo koju prosečnu međuvrednost, kao i statistiku za svih 100 trupaca. Broj interakcija može da bude i veći od 100.

Proračun iskorišćenja prilikom ljuštenja furnira na ovakav način ne daje sliku o kvalitetu drveta od koga je furnir izrađen i svim onim nedozvoljenim greškama koje treba izbaciti, a od kojih zavisi i kvantitativno iskorišćenje. Stoga smo napravili komparaciju sa rezultatima drugih autora koji su vršili merenja iskorišćenja prilikom ljuštenja topole u industrijskim uslovima.

3. REZULTATI

Računarska simulacija ljuštenja furnira daje samo procenu iskorišćenja koja je bazirana na geometrijskim odnosima. Ona je korak napred u odnosu na klasičan proračun koji se može sresti u tehnološkim projektima jer istovremeno uzima u obzir i zakrivljenost trupca, ovalnost, pad prečnika, prečnik rolne ostatka, kao i grešku centriranja.

Kako se na osnovu ovakvog algoritma ne može proceniti otpadak koji nastaje usled grešaka unutar trupca, kao i gubitaka usled usušavanja i obrade sljubnica, ti podaci se uzimaju na osnovu iskustva i iz literature.

U proračunu se polazi od modela trupca, dužine, srednjeg prečnika, i debljine furnira. U tabeli 2 prikazan je prosečni bilans otpatka za 9 izvora prema Hrenu (1970), prosečni bilans otpatka prema Kolmannu, i prosečni bilans otpatka za 6 naših fabrika prema Nikoliću (1977), za bukovu sirovinu. Pored toga prikazani su rezultati simulacije ljuštenja za bukvu i za topolu.

Tabela 1: Ulazni parametri za proračun

R. br	Parametar modela	Bukva	Topola
1	Modularna dužina trupca	5,4 m	5,4 m
2	Modularna dužina trupčića	2,65 m	2,65 m
3	Srednji prečnik trupčića	0,45 m	0,33 m
4	Prečnik rest-rolne	0,11 m	0,09 m
5	Debljina furnira	1,8 mm	1,8 mm
6	Maksimalna greška centriranja	1 cm	1 cm

Tabela 2: Bilans otpatka pri ljuštenju i obradi furnira

R. br.	Faza prerade	Bukva				Topola
		Hren (%)	Kolmann (%)	Nikolić (%)	Model (%)	Model (%)
1	Krojenje trupca	2,85	5,90	3,36	2,85	2,85
2	Ljuštenje furnira	27,50	21,30	17,56	23,06	30,82
3	Mokre makaze	7,10	9,25	8,73	7,10	5,50
4	Ušušenje	6,07	8,25	6,53	6,00	4,80
5	Obrada sljubnica	7,87	6,90	6,96	5,50	4,60
6	UKUPNO	51,39	51,60	43,16	44,51	48,57

U tabeli 2 prikazan je bilans iskorišćenja bukove i topolove sirovine pri izradi furnira koji je dobijen na jedinstven način kombinacijom elektronske simulacije ljuštenja i podataka dobijenih dugogodišnjim merenjima iskorišćenja u fabrikama na velikom uzorku. Naime, u računar su ubačeni polazni podaci iz tabele 1, podaci o dozvoljenoj zakrivljenosti i ovalnosti trupca koje definiše standard JUS D.B4.020 i JUS D.B4.022, podaci o prosečnim otpacima na mokrim makazama, prosečnom usušavanju furnira i otpatku pri obradi sljubnica. Računar je zatim simulirao ljuštenje 100 bukovih i 100 topolovih trupaca birajući po slučajnom izboru stepen zakrivljenosti i eliptičnosti trupca do nivoa koji dozvoljava JUS. Kod topole podaci o dozvoljenoj ovalnosti i zakrivljenosti trupca unose se posebno za F, L, R1 i R2 klasu a u tabeli 2 prikazan je rezultat simulacije prema scenariju prikazanom u tabeli 1.

Pritom je jasno da je iskorišćenje kod bukovine veće nego kod topole zbog toga što je srednji prečnik trupca daleko veći.

Ako simulaciju uporedimo sa podacima merenja iskorišćenja u industrijskim uslovima (Klašnja, Kopitović, Orlović 1996), za srednji prečnik trupca od 32,44cm prosečno iskorišćenje dobijeno simulacijom je $P_i=56,09\%$ dok je izmereno prosečno iskorišćenje $P_i'=55,01\%$.

Podaci prikazani u tabeli 2 potpuno se slažu sa podacima po Kolmannu (Nikolić, 1977). Gubici koji nastaju pri ljuštenju bukve furnira po Kolmannu su su od 19-23,6% a prema simulacionom modelu gubici su 23,06%. Ukupni gubici do presovanja prema Kolmannu su su 44,95% a prema simulacionom modelu su 44,51%. Prema Hrenu (1970), otpadak u fazi ljuštenja bukovog furnira, kao prosek za 9

izvora je 27,5% dok je u našem simulacionom modelu 23,06%. Prema Nikolić u (1977) prosečni otpadak prilikom ljuštenja za 6 fabrika je 20,93% a ukupno do faze presovanja 43,16% dok je u našem modelu 44,51%.

Slaganje je prilično dobro ako je uzorak dovoljno veliki. Ovde treba napomenuti da su dva osnovna uzroka koja dovode do odstupanja podataka dobijenih simulacijom od podataka dobijenih merenjima.

Prvi izvor varijacije su nekontrolisani faktori kvaliteta trupaca. Simulacioni model uzima samo u obzir geometrijske karakteristike, dok se ostalo procenjuje. Međutim, u praksi je moguće dobiti veće iskorišćenje iz trupca manjeg prečnika nego iz trupca većeg prečnika.

Drugi izvor varijacije je neusklađenost dužina trupaca sa modularnim dužinama trupčića. Ova neusklađenost može da dovede do krupnih poremećaja i do toga da kod većih prečnika trupaca iskorišćenje bude manje nego kod manjih prečnika, što u simulacionom modelu nije moguće. To se može izbeći ako se obračun iskorišćenja vrši u odnosu na dužinu trupčića, a ne u odnosu na ukupnu dužinu trupca.

Kvalitetna struktura sirovine za izradu ljuštenog furnira se već godinama pomera na stranu manjih prečnika i na stranu nižih kvalitetnih klasa. Pogodnost ovog simulacionog modela je u tome što se vrlo brzo dobija slika o promeni iskorišćenja ako se kvalitetna struktura promeni. Na taj način se može dobiti prilično tačna procena iskorišćenja za svaku primljenu partiju trupaca.

4. ZAKLJUČAK

Simulacioni model ljuštenja furnira baziran je na poznatim geometrijskim odnosima. Razlika u odnosu na dosadašnji pristup je u tome što se u model unose poremećaji: dozvoljena ovalnost trupca, dozvoljena zakrivljenost, greška centriranja, prečnik rolne-ostatka, i pad prečnika. Računar istovremeno bira sve ove parametre u zadatim granicama i tek tada proračunava iskorišćenje prema poznatoj metodologiji (Nikolić 1988.). U svakom prolazu računar simulira ljuštenje 100 trupaca, i daje podatke o srednjoj vrednosti iskorišćenja i o rasipanju oko srednje vrednosti. Umesto iskorišćenja može se prikazati bilo koji parametar međuproračuna, na primer zapremina rolne ostatka ili zapremina punog furnirskog platna.

Ovaj simulacioni model nas nikako ne oslobađa merenja iskorišćenja, ali olakšava proračun kapaciteta jer daje podatke

o iskorišćenju, dužini punog furnirskog platna, brzini rada mašine, vremenima, potrebnoj veličini magacina furnira. Pritom ne uzima u obzir samo srednje vrednosti već i varijacije.

LITERATURA

- Dowden, H., Krilov, A. (1987) The influence of defects on the utilization of small diameter logs. *Holz als Roh- und Werkstoff* 45, 495-500.
- Hren, Z. (1970) Bilans iskorišćenja sirovine u proizvodnji šperploča. *Drvena industrija*, 6, 98-103.
- Klašnja, B., Kopitović, S., Orlović, S. (1996) Some characteristics of peeled veneer based on the wood of some poplar clones. *ICWSF '96, Sopron, Hungary*.
- Nikolić, S.M. (1977) Iskorišćenje oblovinne pri proizvodnji furnirskih (šper) ploča. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, Br. 52.
- Nikolić, S.M. (1983) Furniri i slojevite ploče. *Građevinska knjiga*.
- Zdravković, V. (1994) Mogućnosti optimizacije u primarnoj preradi drveta pomoću laserskog 3-D skeniranja trupaca. *Drvarski glasnik* 10-11.
- Zdravković, V. (1996) Kompjuterska simulacija X-Y laserskog centriranja trupaca za ljuštenje furnira. *Drvarski glasnik* 17-20, 21-24.

DYNAMIC MODELING OF YIELD DURING VENEER PEELING PROCESS

Vladislav Zdravković, Bojana Grujić

Summary

The model of veneer yield is based on the geometrical relationships, with included irregularities of log shape: allowed bolt oval shape, allowed bolt sweep, centering error, core diameter, and bolt taper. Computer selects simultaneously all these parameters between certain limits, and then calculates the veneer yield. Macro program enables peeling simulation of 100 bolts, and calculates the average veneer yield with statistics. The model has good agreement with the real measurements of veneer yield published by other authors.