

ZAVRŠNA OBRADA HRASTOVOG PLEMENITOG FURNIRA (*Quercus robur* L.): ISKORIŠĆENJE I SORTIMENTNA STRUKTURA

Vladislav Zdravković

UDK 630*832.281:582.632.2
Originalan naučni rad

Izvod: U ovome radu analizirano je iskorišćenje na liniji paketnih makaza i dužinska struktura proizvedenog furnira. Iskorišćenje na liniji paketnih makaza bilo je 59,73%. Dužinska struktura hrastovog furnira merena je na velikom uzorku, u tri serije: I serija 50.501 m², II serija 48.168 m², III serija 38.734 m². Učešće paketa furnira dužine veće od 210 cm u prvoj seriji bilo je 48,32%, u drugoj seriji bilo je 44,62%, a u trećoj seriji bilo je 55,27%. Analiza podataka u elektronskoj tabeli pokazala je da nema korelacije između dužine paketa na ulazu u liniju za obradu, (dužine fliča) i iskorišćenja. Utvrđena je korelacija između površine ulaznog furnira i površine obrađenog furnira, i malo jača korelacija između dužine fliča i dužine proizvedenog furnira. Opšti zaključak je da količina furnira na ulazu u liniju (i površina i dužina paketa furnira) utiče na količinu furnira na izlazu iz linije (iskorišćenje) sa oko 50%. Ostali deo varijabilnosti u iskorišćenju može se objasniti karakteristikama materijala, u vidu teksture, boje, pukotina, koničnosti, čvorova i učešća beljike.

Ključne reči: hrastov dekorativni furnir, iskorišćenje, paketne makaze.

FINAL PROCESSING OF OAK DECORATIVE VENEER (*Quercus robur* L.): YIELD AND STRUCTURE OF SORTIMENTS

Abstract: In this paper the yield on the clipper line and structure of veneer lengths has been analyzed. The yield on the clipper line was 59,73%. The lengths structure of Oak decorative veneer has been measured on the great sample, in three series: I seria 50.501 m², II seria 48.168 m², III seria 38.734 m². Quantity of veneer longer than 210 cm was in the first seria 48,32%, in the second seria 44,62% and in the third seria 55,27%. Data analysis in the spreadsheet showed that there was no correlation between length of veneer (length of flitch) on line input and yield. The correlation between input veneer area and output veneer area has been established, and some stronger correlation between input veneer length and output veneer length. General conclusion was that were influence of input veneer quantity (both veneer area and veneer length) on output veneer quantity (yield) of 50%. Remained part of variability in the yield might be explained by characteristics of material such as texture, colour, cracks, taper, knots, and sapwood.

Key words: oak decorative veneer, yield, veneer clipper.

1. UVOD

Iskorišćenje sirovine u izradi hrastovog plemenitog furnira je predmet istraživanja mnogih autora i kako ono zavisi od brojnih varijabli kao što su: klasa trupaca, prečnik, dimenzije prikrajanja, dozvoljene greške (uticaj zakrivljenosti trupaca, nepravilnost poprečnog preseka, koničnost, unutrašnje greške teksture, čvorovi), način zaštite trupaca, tehnologija proizvodnje i stručnost i iskustvo radne snage, te je iskorišćenje potrebno stalno pratiti.

U većini slučajeva u praksi se iskorišćenje izražava jednostavno kao odnos zapremine proizvedenog

furnira i ulazne zapremine sirovine, ne ulazeći u strukturu nastajanja drvnog ostatka po pojedinim fazama rada. U ranijim istraživanjima (Zdravković, 2007) vršili smo analizu iskorišćenja po fazama rada i operacijama, tako da smo dobili podatke gde nastaju najveći drvni ostaci (otpaci). Najveća količina drvnog ostatka nastaje na liniji paketnih makaza (između 26,20% i 33,51% u zavisnosti od tehnologije).

Relativno veliki drvni ostatak se javlja u mehaničkoj pripremi (do oko 20%), što je uglavnom posledica neuskaldenosti dimenzija trupaca sa radnom širinom furnirskog noža, i grešaka u mehaničkoj pripremi.

Konstatovano je da je drvni ostatak na liniji paketnih makaza najveći u apsolutnom iznosu u celom tehnološkom procesu, i što je možda još važnije, najskuplji jer su u njega ugrađeni troškovi materijala, rada do te faze obrade i ostali troškovi. To je bio osnovni povod da se izvrši detaljnija analiza rada na liniji paketnih makaza.

Predmet istraživanja u ovome radu je određivanje iskorišćenja

*Dr Vladislav Zdravković, vanr. prof.
Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu.*

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

hrastove sirovine (*Quercus robur* L.) na liniji paketnih makaza i analitika dimenzija ulaznog materijala, izlaznog materijala, kao i analiza strukture dužina proizvedenog furnira.

Osnovni cilj u ovome istraživanju je da se detaljnije sagleda iskorišćenje na liniji paketnih makaza i struktura sortimenata koji su na ulazu u liniju, kao i struktura sortimenata koji su proizvedeni, kako bi se našao prostor za eventualno povećanje iskorišćenja koje je u ovoj fazi rada najbitnije.

2. METOD RADA

Tehnološki proces počinje mehaničkom pripremom, sledi hidrotermička obrada u jamama sa indirektnim parenjem u trajanju od 72 h pri temperaturi medijuma oko 95°C. Sečenje se obavljalo na vertikalnom furnirskom nožu. Sušenje furnira se vršilo u sušari sa beskonačnom trakom i diznama, do konačne vlažnosti 8-12% a zatim su se furniri kondicionirali u trajanju od 24 h. Za potrebe merenja iskorišćenja furniri iz svakog fliča su deljeni u pakete od 24 lista i išli dalje na sto gde je radnik precrtič obeležavao gde će se furnirski paketi seći na paketnim makazama. Napravljen je uzorak od 100 neobrađenih paketa. Metrom je merena dužina svakog neobrađenog paketa a širina paketa merena je na polovini njegove dužine. Posle vezivanja paketa vršeno je ručno merenje dužine i širine svakog paketa koji je dobijen iz određenog paketa na ulazu u liniju. Iz jednog

neobrađenog paketa dobijalo se između jednog i četiri obrađena paketa. Pored ručnog površina paketa je merena i elektronski, nezavisno na velikom uzorku u tri serije.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati merenja površine paketa na liniji paketnih makaza obrađeni su u elektronskoj tabeli koja nam daje mogućnost za dublju analitiku, prikazani su tabeli 1.

Na liniji paketnih makaza mereno je iskorišćenje na uzorku od 100 paketa furnira na ulazu u liniju, s tim da su neki uzorci odbačeni zbog grešaka, tako da je ostalo 87 paketa furnira sa po 24 lista u paketu.

Prosečna dužina paketa na ulazu u liniju bila je 340,41 cm (minimum 250 cm, maksimum 430 cm). Prosečna širina neobrađenog paketa na polovini njegove dužine bila je 22,23 cm (minimum 12 cm, maksimum 36 cm). Najčešća dužina neobrađenog paketa bila je 360 cm, a širina na polovini dužine 20 cm.

Dimenzije paketa furnira posle obrade na liniji paketnih makaza merene su ručno pomoću metra, na uzorku od ukupno 145 paketa furnira. Prosečna dužina obrađenog paketa furnira bila je 181,08 cm (minimum 52 cm, maksimum 350 cm). Prosečna širina obrađenog paketa bila je 14,42 cm (minimum 10 cm, maksimum 23 cm). Najčešća dužina obrađenog paketa bila je 340 cm, a širina na polovini dužine 11 cm.

Podaci o najčešćoj dužini paketa na ulazu od 360 cm i najčešćoj dužini paketa na izlazu iz linije od 340 cm ukazuju na to da je forsirana laka obrada paketa po dužini kako bi se dobila što veća količina dugačkih furnira. Analiza u elektronskoj tabeli pokazuje da 57,95% paketa pripadaju dužinskom razredu od preko 210 cm, što znači najskupljim furnirima.

Prosečno iskorišćenje na liniji paketnih makaza, mereno na neto površinu furnira na ulazu u liniju bilo je 59,73% (minimum 29,02%, maksimum 80,25%). Preračunato u odnosu na zapreminu trupaca na ulazu u tehnološki proces prosečan otpadak iznosi približno 27,74%. Ovaj rezultat je u skladu sa našim ranijim istraživanjima (Zdravković, 2007).

Dužinska struktura hrastovog furnira merena je na velikom uzorku, u tri serije: I serija 50.501 m², II serija 48.168 m², III serija 38.734 m² i prikazana je u tabeli 2.

Dužinska struktura furnira u prvoj seriji od 50.501 m², pokazuje da je učešće paketa furnira dužine veće od 210 cm 48,32%. U prvoj seriji bilo je 1,72% furnira naličja u dužinskom razredu 100–205.

Dužinska struktura furnira u drugoj seriji od 48.168 m² pokazuje da je učešće paketa furnira dužine veće od 210 cm 44,62%. U drugoj seriji bilo je 16,72% furnira naličja u dužinskom razredu 100–205.

Dužinska struktura furnira u trećoj seriji od 38.734 m² pokazuje da je učešće paketa furnira dužine veće od 210 cm 55,27%. Nije bilo furnira naličja.

Tabela 1: *Tabela 1: Prosečne dimenzije paketa furnira na ulazu i na izlazu iz linije*
Table 1: *Average dimensions of veneer package on input and output of line*

STATISTIKA	Dužina neobrađenog paketa (cm)	Širina neobrađenog paketa (cm)	Dužina obrađenog paketa (cm)	Širina obrađenog paketa (cm)
Broj uzoraka	87	87	145	145
Aritmetička sred.	340,46	22,23	181,08	14,42
Standardna dev.	45,16	4,26	92,96	3,33
Minimum	250	12	52	10
Maksimum	430	16	350	23
Koef. varijacije	13,26	19,18	51,34	23,12

Tabela 2: *Dužinska struktura hrastovog sečenog furnira*
 Table 2: *The length structure of oak decorative veneer*

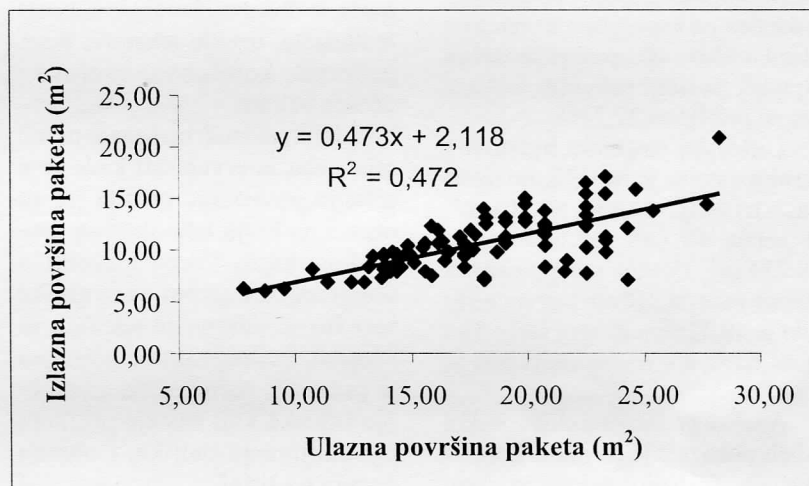
Dužinski razred (cm)	I serija (%)	II serija (%)	III serija (%)
60–100	8,67	13,37	7,74
100–145	17,25	–	18,14
150–175	8,46	16,15	10,64
180–205	15,15	9,54	8,20
210–250	10,55	17,27	13,04
255–290	11,48	10,53	19,62
290>	26,69	16,82	22,61
N 60–100	–	–	–
N 100–205	1,72	16,32	–
UKUPNO	100	100	100

Analiza podataka u elektronskoj tabeli pokazala je da nema korelacije između dužine paketa na ulazu u liniju za obradu, odnosno dužine fliča i iskorišćenja, što ukazuje na to da su presudni bili drugi faktori: pukotine sa krajeva paketa, diskoloracija sa čela, konusni oblik paketa furnira, gruba površina furnira, čvorovi i kao najznačajnije, učešće beljike.

Sledeća hipoteza je bila da postoji korelacija između površine paketa furnira na ulazu u liniju paketnih makaza i površine obrađenog furnira, odnosno iskorišćenja. Ovo je krajnje uprošćen geometrijski pristup iskorišćenju i analiza u elektronskoj tabeli pokazala je da postoji linearna zavisnost između ova dva faktora prikazana na grafikonu 1, pri čemu je $R^2 = 0,472$. Ova vrednost na neki način potvrđuje konstataciju da je na iskorišćenje snažniji uticaj faktora samog materijala, nego uticaj površine furnira koji je došao na obradu.

Pošto je generalni pristup obradi na paketnim makazama bio da se forsiraju što veće dužine furnira, i da se neke greške namerno ostave uz bonifikaciju, interesantna je bila analiza uticaja dužine paketa furnira na ulazu u liniju (praktično dužine fliča) na ukupnu dužinu furnira dobijenu iz jednog paketa. Zavisnost između dužine paketa furnira na ulazu u liniju i dužine obrađenog furnira prikazana je na grafikonu 2. Analizom je utvrđeno da postoji korelacija, pri čemu je $R^2 = 0,594$.

Ranije je rečeno da je najčešća dužina paketa furnira na ulazu u

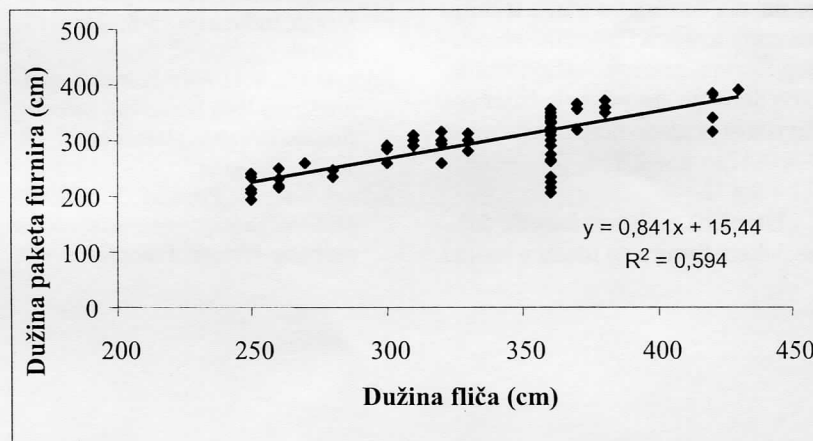


Grafikon 1: *Zavisnost izlazne od ulazne površine furnira*

Figure 1: *Relationship between input and output veneer area*

liniju bila 360 cm. Na grafikonu 2 se vidi da je najveće rasturanje dužina obrađenog furnira baš na dužini paketa (fliča) od 360 cm. To ukazuje na snažan uticaj drugih

faktora, osim dužine na konačnu dužinu iskrojenog furnira, najviše čeonih pukotina i diskoloracije sa čela furnira.



Grafikon 2: *Zavisnost između dužine fliča i dužine paketa obrađenog furnira*

Figure 2: *Relationship between length of flitch and length of finished veneer*

4. ZAKLJUČAK

U ovome radu analizirano je iskorišćenje na liniji paketnih makaza koja se sastoji od jednog para uzdužnih paketnih makaza, jednog para poprečnih paketnih makaza, uređaja za automatsko vezivanje paketa i uređaja za automatsko merenje površine paketa.

Prosečno iskorišćenje na liniji paketnih makaza, mereno na netto površinu furnira na ulazu u liniju bilo je 59,73% (minimum 29,02%, maksimum 80,25%). Preračunato u odnosu na zapreminu trupaca na ulazu u tehnološki proces prosečan otpadak na liniji paketnih makaza iznosi približno 27,74%.

Dužinska struktura hrastovog furnira merena je na velikom uzorku, u tri serije: I serija 50.501 m², II serija 48.168 m², III serija 38.734 m². Učešće paketa furnira dužine veće od 210 cm u prvoj seriji bilo je 48,32%, u drugoj seriji bilo je 44,62%, a u trećoj seriji bilo je 55,27%.

Analiza podataka u elektronskoj tabeli pokazala je da nema korelacije između dužine paketa na ulazu u liniju za obradu, odnosno dužine fliča i iskorišćenja, što ukazuje na to da su presudni bili drugi faktori: pukotine sa krajeva paketa, diskoloracija sa čela, konusni oblik paketa furnira, gruba površina furnira, čvorovi i kao najznačajnije, učešće beljike.

Sledeća hipoteza je bila da postoji korelacija između površine paketa furnira na ulazu u liniju paketnih makaza i površine obrađenog furnira, odnosno iskorišćenja. Utvrđeno je da postoji linerana zavisnost predstavljena jednačinom $y = 0,473 \cdot x + 2,118$, pri čemu je $R^2 = 0,472$.

Utvrđena zavisnost između dužine paketa furnira na ulazu u liniju i

dužine obrađenog furnira prikazana je linearnom jednačinom oblika $y = 0,841 \cdot x + 15,44$. Analizom je utvrđeno da postoji korelacija, pri čemu je $R^2 = 0,594$. Ova malo jača korelacija od prethodne ukazuje na to da su pri obradi forsirane veće dužine paketa furnira.

Opšti zaključak je da količina furnira na ulazu u liniju (i površina i dužina paketa furnira) utiče na količinu furnira na izlazu iz linije (iskorišćenje) sa oko 50%. Ostali deo varijabilnosti u iskorišćenju može se objasniti karakteristikama materijala, u vidu teksture, boje, pukotina, koničnosti, čvorova i učešća beljike.

Linija paketnih makaza je mesto gde treba intervenisati kada je u pitanju povećanje profita jer su otpaci na kraju tehnološkog procesa najskuplji. Treba dozvoliti, u dogovoru sa kupcem, veće greške kao što su devijacija teksture ili čvorovi. Sa druge strane, potrebno je posvetiti veću pažnju smanjenju otpatka koji nastaje prilikom odstranjivanja beljike, i obrade furnira po širini.

LITERATURA

- Nikolić, S.M. (2004): Furniri i slojevite ploče. Šumarski fakultet, Beograd.
- Stijepčević, I. (1979): Prilog istraživanju volumnog i kvalitativnog iskorišćenja hrastovih furnirskih trupaca u ovisnosti o debljinskom razredu i provienciji. Drvna industrija, 7-8, 211-217, Zagreb.
- Zdravković, V. (1998): Proračun srednje širine lista hrastovog sečenog furnira. Drvarski glasnik br. 27-28, 31-33, Beograd.
- Zdravković, V., Popadić, R. (2005): Mehanička priprema u proizvodnji sečenog furnira. Prerada drveta,

časopis, januar-mart, broj 9-10, 47-52, Šumarski fakultet, Beograd

Zdravković, V. (2007): Istraživanje iskorišćenja hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u izradi sečenog furnira. Prerada drveta, časopis, januar-jun, broj 17-18, 29-31, Šumarski fakultet, Beograd.

FINAL PROCESSING OF OAK DECORATIVE VENEER (*Quercus robur* L.): YIELD AND STRUCTURE OF SORTIMENTS

Vladislav Zdravković

Summary

In this paper the yield on the clipper line and structure of veneer lengths has been analyzed. The yield on the clipper line was 59,73%. The lengths structure of oak decorative veneer has been measured on the great sample, in three series: I series 50.501 m², II series 48.168 m², III series 38.734 m². Quantity of veneer longer than 210 cm was in the first series 48,32%, in the second series 44,62% and in the third series 55,27%. Data analysis in the spreadsheet showed that there was no correlation between length of veneer (length of flitch) on line input, and yield. The correlation between input veneer area and output veneer area has been established thorough linear correlation equation $y = 0,473 \cdot x + 2,118$, with $R^2 = 0,472$, and some stronger correlation between input veneer length and output veneer length, through correlation equation $y = 0,841 \cdot x + 15,44$, with $R^2 = 0,594$. General conclusion was that were influence of input veneer quantity (both veneer area and veneer length) on output veneer quantity (yield) of 50%. Remained part of variability in the yield might be explained by characteristics of material such as texture, colour, cracks, taper, knots, and sapwood.