

# PROIZVODNJA PLEMENITOG FURNIRA NA UZDUŽNOM FURNIRSKOM NOŽU

Vladislav Zdravković  
Goran Milić

UDK: 674-416  
Stručni rad

**Izvod.-** Iako tehnološke linije za uzdužno rezanje furnira po kapacitetu ne mogu da zamene klasične, ali one im mogu biti dobra dopuna, a u pilanskoj proizvodnji značajno unapređenje. Furnir ujednačenog kvaliteta i teksture može se proizvoditi iz kvalitetne rezane građe veće širine, što pilanama obezbeđuje veći profit. Investicija u celu proizvodnu liniju koja uključuje uzdužni furnirski nož, sušaru i oštrač noža, uporediva je sa cenom jednog klasičnog furnirskog noža.

**Ključne reči:** reči:furnir, uzdužni furnirski nož.

## DECORATIVE VENEER PRODUCTION ON THE LENGTHWAYS VENEER SLICER

**Abstract.-** Although lengthways veneer slicer lines cannot substitute conventional lines regarding capacity, they can be valuable addition, and important improvement in sawmills. High quality veneer with equal pattern can be produced from wider, high quality lumber, yielding higher profit. Investment in whole line including lengthways veneer slicer, dryer and knife grinder, is comparable to the price of one conventional veneer slicer.

**Key words:** veneer, lengthways veneer slicer.

### 1. UVOD

Nedostatak kvalitetnih trupaca velikog prečnika za izradu plemenitog furnira doprineo je razvoju tehnologije koja će koristiti drugi izvor sirovine, a to je kvalitetna rezana građa veće širine. "Marunaka koncept" predstavlja konstrukciju furnirskog noža za sečenje furnira uzduž vlakana (*lengthwise slicer*). To je opšteprihvaćen komercijalni naziv dobijen po japanskoj firmi koja je 70-tih godina razvila i patentirala ovaj sistem. Mašine su se najpre koristile za glačanje drveta, jer se sa površine drveta odvijao tanak sloj i time dobijala izuzetno glatka površina bez udara noža ili tragova od brušenja. Ovaj postupak se brzo približio ideji da se iz deblje rezane građe aksijalnim rezom izrađuju furniri. Sistem je dalje razvijan, pre svega, kako bi prevazišao problem iskorišćenja sirovine i kvaliteta reza koji se javlja kod konvencionalnih noževa i ljuštica.

Građa za izradu furnira može da se nađe u redovnoj proizvodnji pilane u okviru robe eksportnog kvaliteta. Iz takve građe može da se uzdužnim rezanjem (u smeru drvnih vlakana) na uzdužnom furnirskom nožu ("Marunaka koncept") dobije furnir visokog tehničkog kvaliteta, ujednačene debljine, glatke površine, i gotovo bez pukotina sa otpuštene strane (naličja).

U poređenju sa konvencionalnim metodama sečenja furnira iz fliča, uzdužnim rezanjem furnira iz rezane građe dobija se znatno ravnomernija tekstura (*cathedral pattern*) i gotovo da nema grubog reza i blistača koje kupci danas izbegavaju.

Sa pojavom furnirskih noževa za uzdužno rezanje gotovo svaka pilana može da pravi furnir iz najkvalitetnije deblje rezane građe, s obzirom na nisku cenu takve tehnološke linije u odnosu na klasičnu fabriku furnira. Kako je tehnološka linija jednostavna, radnici se mogu

brzo obučiti da prave kvalitetan furnir ili lamele.

Jedna od prednosti noža za uzdužno rezanje je što se mogu raditi lamele debljine od 3 mm do 9 mm, bez propiljka, glatke i ravne površine. Takve lamele su idealne za lamelirane podove i potražnja za njima je velika.

Na tehnološkoj liniji za uzdužno rezanje mogu se raditi sledeći sortimenti:

- mikrofurniri (0,15 mm do 0,3 mm);
- furniri (0,5 mm do 1,2 mm);
- lamele (2 mm do 9 mm).

Proizvodni ciklus na tehnološkoj liniji za uzdužno rezanje, od blokova do suvog furnira spremnog za prodaju je kraći u odnosu na proizvodni ciklus od trupca do su-

---

*Dr Vladislav Zdravković, docent;  
Goran Milić, dipl.inž., asistent pripravnika, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu.*

vog furnira na klasičnoj tehnološkoj liniji za plemeniti furnir. Na taj način se u kratkom vremenu vrednost ulazne sirovine povećava za tri do četiri puta. Iz građe debljine 63 mm može se dobiti oko 100 listova furnira. Oni se mogu kasnije spojiti na poprečnom spajaju, tako da se može dobiti oko 25 plašteva furnira iz istog komada građe takoreći istih karakteristika.

Najčešće dimenzije blokova (fličeva) su 50×150 mm do 100×250 mm. Model mašine sa najvećim svetlim otvorom je 500×500 mm.

Za razliku od klasičnog sečenja furnira u tangencijalnom smeru, pri rezanju furnira u aksijalnom smeru preseče se samo oko 30% drvnih vlakana na površini reza. Ostatak se usled pogodne hidrotermičke obrade i geometrije rezanja odvoji bez presecanja pod pritiskom noža, čime se dobija glatka površina furnira.

## 2. NAČINI PROIZVODNJE FURNIRA

Po količini furnira najveći deo svetske proizvodnje otpada na ljušteni furnir. Pri ljuštenju furnira trupac se, pomoću dva horizontalna obrtna vretena stegne u mašinu za ljuštenje i obrće, a oštrica noža prodiere u trupac paralelno sa korom ili pod vrlo malim uglom u odnosu na godove. Pritom se, za jedan obrtaj trupca, nož sa pritiskom gredom pomeri za debljinu furnira u radijalnom pravcu. Prednost ovog postupka je velika brzina proizvodnje (do 400 m/min) i mogućnost da se furnirsko platno izreže na željene širine. Nasuprot tome je bezizražajna tekstura ljuštenog furnira koji se izrađuje beskonačnim tangencijalnim rezom, što za posledicu ima da se ovi furniri ne mogu koristiti kao pokrivni furniri za nameštaj, već samo kao konstruktivni (slepi). Pored teksture, problem je i kvalitet same površine ljuštenih furnira. Slobodna (otpuštena) strana furnira je pri ljuštenju napregnuta na zatezanje poprečno na vlakanca i to sve više sa porastom debljine furnira i

smanjenjem prečnika trupca. Čvrstoća drveta na zatezanje upravno na vlakanca je mala (za topolu, kao najčešću sirovinu za ljuštenje kod nas, ova vrednost iznosi oko 2 MPa), što dovodi do pukotina na otpuštenoj strani furnira. Pogodnom hidrotermičkom obradom drveta i pravilnim izborom i postavljanjem pritisne grede ove pukotine se mogu držati pod kontrolom.

Izrada plemenitog furnira vrši se iz posebno pripremljenog fliča na sledeće načine:

- sečenjem na horizontalnom furnirskom nožu;
- sečenjem na vertikalnom furnirskom nožu;
- Stay-log tehnikom;
- sečenjem na uzdužnom furnirskom nožu.

Za sve tehnike izrade plemenitog furnira potrebno je da se trupac dovede na pogodan oblik za sečenje – flič ili za Stay-log polovnjak ili četvrtak.

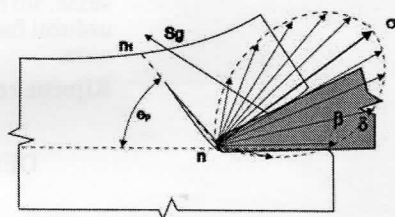
Izrada furnira na horizontalnom furnirskom nožu obavlja se tako što je flič pričvršćen za sto mašine, a nož i pritisna greda se oscilatorno kreću po horizontalnim vođicama. Posle svakog reza sto sa fličem se izdiže za debljinu furnira. Da bi se izbegla udarna opterećenja flič se naginje pod izvesnim uglom u odnosu na liniju oštrice noža.

Kod vertikalnog furnirskog noža flič je pričvršćen za sto mašine koji se kreće oscilatorno po vertikalnim vođicama koso postavljenim u odnosu na liniju oštrice noža. Posle svakog reza nosač noža i pritisne grede priđe fliču za debljinu furnira.

Kod "Stay-log" tehnike flič ili polovnjak se pričvrsti za posebnu metalnu gredu koja rotira oko svoje ose, a nosač noža i pritisne grede se za svaki okretaj fliča približe za debljinu furnira. Pri ovom načinu rezanja furnira javljaju se udarna opterećenja koja su vrlo nepovoljna, i rezanje je, takoreći, ortogonalno.

Zajedničko za sve navedene načine izrade sečenog furnira je to što se obavlja najvećim delom popreko na vlakanca – tangencijalno, što do-

vodi do pojave pukotina sa otpuštene strane furnira (slika 1). Prilikom sečenja furnira horizontalnim ili vertikalnim furnirskim nožem problem su ubrzanja suporta sa alatom, odnosno ubrzanja fliča i velike inercijalne sile koje se pritom javljaju. Kako je zatezna čvrstoća drveta popreko na vlakanca vrlo mala u odnosu na čvrstoću duž vlakana pošlo se od ideje da se rezanje obavlja uzduž vlakana.



Slika 1. Naponi u drvetu nastali delovanjem oštrice noža pri poprečnom rezanju

## 3. MAŠINSKI PARAMETRI

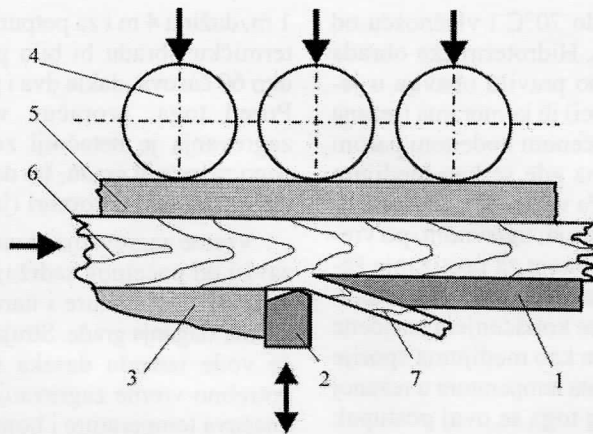
Konstrukcija mašine, zahvaljujući rezanju u pravcu paralelnom osi trupca, omogućava, u principu, neograničenu dužinu obradaka i veće debljine rezanja. Nož i pritisna greda su fiksno postavljeni u radni sto mašine, a pomoćno i glavno kretanje omogućava obradak. Pomer se obavlja valjcima ili beskonačnom trakom koji potiskuju predmet rada ka nožu koji je postavljen pod uglom u odnosu na pravac kretanja obradka (Slika 2).

Korišćenjem već formatiranih, prizmatičnih obradaka omogućava se izrada furnira bez otpatka. Samo sečenje se obavlja bez nastanka piljevine, a praktično nema daske ostatka, jer se i ta minimalna daska ostatak iskoristi nalepljivanjem na naredni obradak. Ovim se značajno povećava iskorišćenje sirovine u odnosu na konvencionalne noževe (daska ostatka debljine cca 15 mm) i ljuštilice (minimalna rest rolna prečnika 50 mm).

Prema podacima jednog domaćeg proizvođača iz 1 m<sup>3</sup> rezane gra-

de hrasta dobija se oko 1.480 m<sup>2</sup> furnira debljine 0,6 mm. Alati koji se koriste pri uzdužnom rezanju su, praktično, konstruktivno jednaki sa alatima za tangencijalno sečenje. Velika prednost je, što je zbog uzdužnog reza, dužina noža znatno kraća od konvencionalnih, što omogućava kompaktnost i manje dimenzije mašine, ali i laku zamenu i podešavanje noža. Dužina noža, u zavisnosti od veličine mašine, iznosi od 700 do 2.000 mm. Ugao noža u odnosu na pravac kretanja obratka iznosi 75–78°. Ovako veliki osni ugao  $\lambda$  dovodi do smanjenja efektivnog ugla klina pri samom sečenju, a time se i sila odvajanja smanjuje. Ovakav rez se označava kao "vukući", a dobija se površina kojoj ni posle sušenja nije potrebno brušenje.

Glavnu razliku između aksijalnog i tangencijalnog sečenja furnira čini uređaj za pomer. Pored toga što pri aksijalnom sečenju ovaj uređaj omogućava neograničene dužine obradaka i veće debljine rezanja, njegova znatno jednostavnija konstrukcija omogućuje da se bez podešavanja radi neprekidno uz kontinuirano punjenje mašine. Kod svih mašina se uređaj za pomer može podešavati po visini, a valjci ili beskonačna traka u području iznad noža održavaju konstantan pritisak obratka na radni sto sa nožem. Brzina pomera iznosi od 40 do 100 m/min, a najčešće 60 m/min. Postoje konstrukcije uređaja za pomer gde se obradak automatski vraća u početni položaj i konstrukcija za kontinualno punjenje mašine kod koje obradci prolaze kroz mašinu jedan za drugim, a uzdužnim i poprečnim transporterima se vraćaju u polazni položaj. Ovaj sistem kruženja obradaka se naziva *Merry-go-round*, i povećava kapacitet mašine 3–4 puta, pri čemu se mora voditi računa da su obradci iste vrste i dimenzija. Drvo koje se koristi za uzdužno sečenje mora biti zdravo, pravo, gotovo bez čvorova. Toleriše se neznatna usukanost. Vlažnost drveta treba da bude iznad 40%, površine dasaka ravne, međusobno paralelne i prilagođene dimenzijama mašine.



Slika 2. Šema tehnike utdužnog rezanja

1 - nož, 2 - pritisna greda, 3 - radni sto, 4 - potisni valjci, 5 - beskonačna traka za pomer, 6 - obradak (flič ili daska), 7 - furnir (lamela)

Maksimalna širina i visina obradka iznose od 135×200 do 500×500 mm u zavisnosti od veličine mašine.

#### Nož i pritisna greda

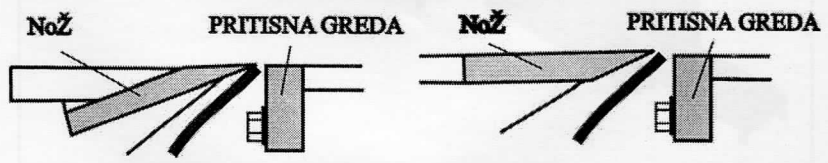
U zavisnosti od radne širine noža za uzdužno rezanje koriste se osni uglovi  $\lambda$  između 75° i 78°, tako da je dužina noža znatno manja nego kod klasičnog furnirskog noža. U zavisnosti od vrste i gustine drveta i debljine furnira postoje dva položaja noža (Slika 3). Kod mekših vrsta drveta ili za proizvodnju tankog furnira, reže se leđnom ivicom noža. Tvrdo drvo ili deblji furniri – lamele režu se grudnom ivicom noža. Kod ovog drugog načina omogućeno je da se kod drveta koje se teško seče, ugao oštrenja noža  $\lambda$  može menjati i prilagoditi debljini lamele i vrsti drveta.

Pritisna greda je neophodan alat kod svih načina izrade furnira pa i kod uzdužnog furnirskog noža.

Uloga pritisne grede je da drži nož u stalnoj poziciji u odnosu na spoljnu površinu furnira, pritiska furnir prema nožu i spreči raslojavanje van oštrice noža i da pritiska furnir nešto ispod linije sečenja, ali samo u toj meri da se ne javljaju pukotine. Pritisne grede mogu biti različitih oblika od klasičnih sa malim radijusom od 0,1–0,3 mm do duplo oštrenih ili u obliku rotirajućeg valjka. Izbor pravilnog oblika pritisne grede u kombinaciji sa geometrijom noža je od presudnog značaja za kvalitet furnira ili lamela.

#### 4. HIDROTERMIČKA OBRADA DRVETA

Da bi se omogućio kvalitetan rez na furnirskom nožu neophodno je da se sirovina hidrotermički obradi, odnosno da se izvrši plastifikacija drveta. Plastifikacija drveta je posledica omekšavanja lignina što se postiže pri temperaturama



Slika 3. Ugradni položaji noža

(levo - leđna strana noža, desno - grudna strana noža)

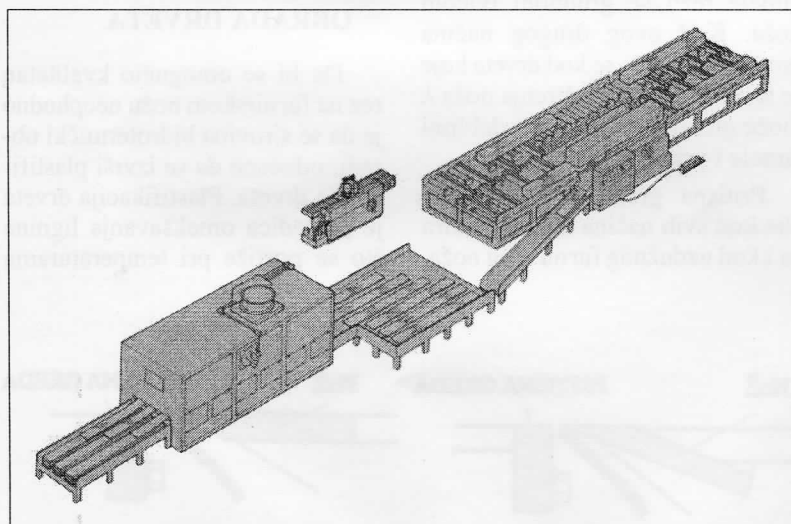


drveta 65 do 70°C i vlažnošću od preko 50%. Hidrotermička obrada drveta se po pravilu obavlja u jamama (trupci) ili komorama (rezana građa) zasićenom vodenom parom ili u kadama gde se kao medijum koristi vruća voda. Ova dva postupka se razlikuju, uglavnom, po vremenu potrebnom za postizanje željene temperature u drvetu. Pokazano je da se korišćenjem zasićene vodene pare kao medijuma sporije postiže zadata temperatura u rezanoj građi. Zbog toga se ovaj postupak koristi, uglavnom, za tanju rezanu građu. Kod deblje rezane građe je u svakom slučaju iz ekonomskih razloga potrebno zagrevanje u vrućoj vodi, da bi se pri realnoj veličini komore mogao pripremiti potrebni kapacitet rezane građe.

Investicija u objekat za hidrotermičku obradu rezane građe za uzdužno sečenje je manja od ekvivalentne za hidrotermičku obradu trupaca ili fličeva. Manipulacija je olakšana, trajanje parenja značajno kraće, a postiže se ujednačenost temperature i boje po celom preseku građe što kod trupaca i fličeva nije slučaj. Barbu (Barbu, M. et al, 2004) navodi podatak da je za plastifikaciju građe dužine 4 m i debljine 23 mm potrebno oko 2 časa pri temperaturi medijuma 90°C. Ekvivalentne oblike bi imale prečnik od

1 m, dužinu 4 m i za potpunu hidrotermičku obradu bi bilo potrebno oko 60 časova, dakle dva i po dana. Pored toga, proračun vremena zagrevanja je netačniji za trupce nego za rezanu građu, što dovodi do dužeg držanja u komori (jami).

Vreme zagrevanja rezane građe zavisi od početnog sadržaja vlage, početne temperature i naročito od načina slaganja građe. Strujanje vruće vode između dasaka skraćuje potrebno vreme zagrevanja i izjednačava temperature i boju pojedinačnih dasaka. Ova ujednačenost temperature i boje se manifestuje odličnim kvalitetom gotovih furnira, što je posledica ujednačenosti svojstava sirovine na samom nožu. Suprotno, nejednaka temperatura po celom preseku fliča dovodi do lošeg kvaliteta pojedinačnih furnira (istrgnuta vlakna). Pored toga, pri sečenju furnira iz fliča se, kod vrsta drveta sa izraženim sržnim zracima, u jednom trenutku dolazi do zone grubog reza, odnosno situacije da se sržni zraci prostiru celom širinom lista. Tada se ostatak fliča razrezuje, pa se nastavlja sečenje, ali se furniri po teksturi razlikuju od prethodnih. Pri uzdužnom sečenju furnira iz rezane građe svi furniri imaju potpuno homogenu strukturu što dobija na značaju pri njihovom međusobnom slaganju.



Slika 4. Linija za uzdužno rezanje furnira

## 5. ZAKLJUČAK

Mašine za uzdužno rezanje furnira ne mogu po kapacitetu da zamene klasične tehnologije za izradu plemenitog furnira. Međutim, zbog malih investicionih i eksploatacionih troškova mogu da budu kvalitetna dopuna.

Troškovi objekta u kome se nalazi linija za uzdužno rezanje furnira su manji u odnosu na klasične linije zbog manjih gabarita. Procena je da je za smeštanje cele linije dovoljan objekat od oko 500 m<sup>2</sup>. To znači, znatno manju investiciju u sam objekat, naročito u temelje, jer kod linije za uzdužno rezanje furnira nisu potrebni masivni temelji ni za nož ni za sušaru. Investicija u celu proizvodnu liniju koja uključuje uzdužni furnirski nož, sušaru i oštrač noža (slika 4) je gotovo ekvivalentna ceni jednog klasičnog furnirskog noža.

Linije za uzdužno rezanje su interesantne za veće pilane jer se, iz najkvalitetnije rezane deblje građe većih širina, može dobiti furnir visokog tehničkog kvaliteta, ujednačene debljine, glatke površine, i gotovo bez pukotina sa otpuštene strane (naličja). Time se vrednost dobijenih sortimenata (furnira ili lamela) povećava 2 do 4 puta. Lamela debljine do 9 mm dobijene su bez propiljka i mogu se lepiti bez dorade. Pored toga, proizvodni ciklus na liniji za uzdužno rezanje, od blokova do suvog furnira spremnog za prodaju je kraći u odnosu na proizvodni ciklus od trupca do suvog furnira na klasičnoj liniji za plemeniti furnir.

## LITERATURA

- Barbu, M. et al (2004): Spanloses Schneiden von Holz. Holz-Zentralblatt, (Teil 1, Teil 2)  
 Nikolić, M. (1988): Furniri i slojevite ploče. Šumarski fakultet, Beograd.  
[www.panex.de](http://www.panex.de)