

MOGUĆNOSTI OPTIMIZACIJE U PRIMARNOJ PRERADI DRVETA POMOĆU LASERSKOG 3-D SKENIRANJA TRUPACA

UDK 630.822
Stručni članak

I z v o d . - Razvoj elektronike i 486 PC računara u WINDOWS okruženju doveo je do konstrukcije sofisticiranih 3 - D laserskih skenera velike tačnosti, koji obezbeđuju gotovo neograničen broj podataka o stvarnom obliku trupca, neophodnih za optimizaciju obrade u pilanama i industriji furnirskih ploča. Na taj način, matematičko modeliranje, grafička simulacija procesa, "šta ako" studije bazirane na profitu, iskorišćenju, prioritetu narudžbe, ili vrsti drveta, su dostupne u realnom vremenu, pri brzinama rada od 90 m/min.

K l j u č n e r e č i : lasersko skeniranje, laserska triangulacija, stvarni oblik trupca, optimizacija

SOME PERFORMANCES OF OPTIMIZATION IN THE PRIMARY WOOD PROCESSING BASED ON 3 - D LASER LOG SCANNING

A b s t r a c t . - Development of electronic and 486 PC computers in WINDOWS environment lead to construction of sophisticated 3-D laser scanners of great accuracy, which provide almost unlimited data on true log shape, necessary for log processing optimization in sawmill and plywood industry. In this way, mathematical modelling, graphical process simulation, "what if" studies based on dollar volume, recovery, order priority, or species are available in the real time, at speeds up to 90 m/min.

K e y w o r d s : laser scanning, laser triangulation, true log shape, optimization.

1. UVOD

U situaciji kada je kvalitetnog drveta sve manje, i kada su cene ulaznog materijala sve više, drvna industrija je primorana da od raspoložive sirovine izvuče što više gotovih proizvoda. Svetska recesija je zahvatila i ovu oblast, tako da su proizvodi od drveta izloženi oštroj konkurenciji ostalih materijala, industrija postaje sve više tržišno orijentisana, veliki je pritisak vlada i ekoloških organizacija u politici iskorišćavanja šuma. U takvim uslovima industrija primarne prerade drveta mora se okretati manje vrednim vrstama drveta, potrebna je sve veća brzina reagovanja na zahteve tržišta, a oni koji uspostave složen mehanizam planiranja i predviđanja kretanja na tržištu biće u značajnoj prednosti u odnosu na ostale proizvođače.

Razvoj elektrotehnike i odgovarajućih softvera za standardne 486 PC konfiguracije računara u WINDOWS okruženju, omogućio je da se problem optimizacije proizvodnje iz pripreme proizvodnje prenese na samu mašinu. Ono što je do sada izgledalo nemoguće, a to je individualni tretman svakog trupca u pilanskoj preradi i proizvodnji ljuštenog furnira u realnom vremenu, postignuto je zahvaljujući brzini PC računara i razvoju trodimenzionalnih laserskih skenera.

Vladislav Zdravković, asistent, Šumarski fakultet u Beogradu

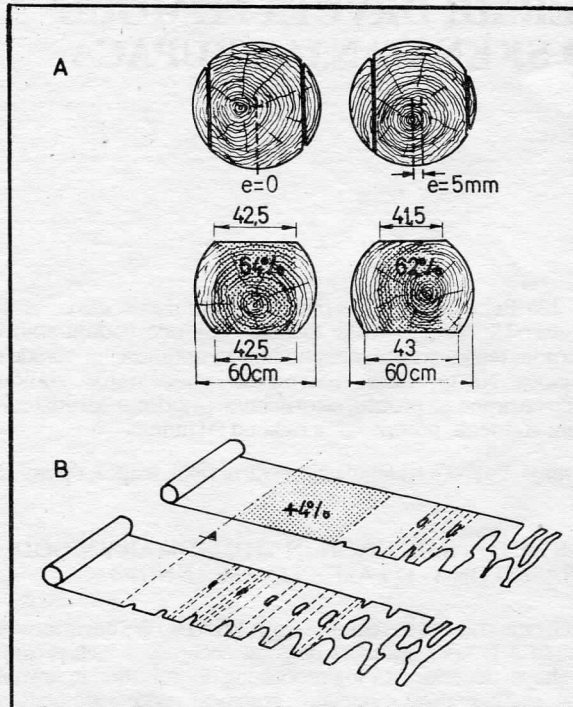
2. ZNAČAJ LASERSKOG SKENIRANJA

Danas kada je cena sirovine toliko porasla i kada je svaki procenat povećanja iskorišćenja od presudnog značaja, čak i jednostavan geometrijski model rezanja (Zdravković 1988) pokazuje da uštede mogu biti znatne, ako se obezbedi odgovarajuća tačnost pozicioniranja prema odabranoj varijanti rezanja. Greška centriranja trupca ima veliki uticaj na iskorišćenje pri centriranju i pri ljuštenju furnira (slika 1).

Naše analize su pokazale da pri rezanju prizme iz trupca prečnika 60 cm (slika 1A), ako nema greške centriranja - prizma obuhvata oko 64% površine čela trupca a ako se napravi ekscentričnost (e) od samo 5 mm, ova površina se smanjuje na 62%. Sa porastom prečnika trupca ova greška se uvećava, tako da prema italijanskim izvorima (Gatto 1994), kod trupca prečnika 120 cm pri ekscentričnosti (e) od 5 mm, javlja se gubitak u površini prizme od čak 16%, u odnosu na centriran trupac.

Slična pojava zapaža se i kod ljuštenja furnira (slika 1B). Ako se pri ljuštenju trupca prečnika 60 cm javi ekscentričnost e od 5 mm, dobiće se 4% manje punog furnirskog platna. Sa smanjenjem prečnika trupca koji se ljušti ova greška se uvećava, tako da ako je prečnik trupca 30 cm, a ekscentričnost ostane 5 mm, dobija se 7,8% manje furnirskog platna. Ovo je poseb-

no značajno kada se zna da prečnici trupaca već godinama opadaju.



Slika 1.

- A - Uticaj greške centriranja trupca na površinu prizme
 B - Uticaj greške centriranja trupca na količinu punog furnirskog platna

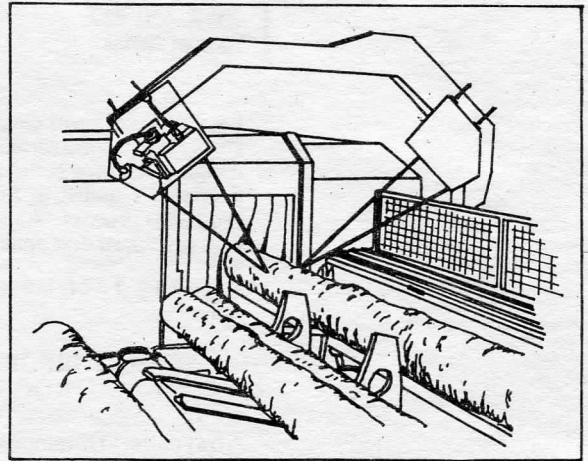
Laserski skeneri su omogućili tačnu kontrolu centriranja jer oni računaru pružaju tačnu informaciju o stvarnom obliku i položaju trupca, a dovoljno su brzi da obezbede praktično neograničen broj podataka o svakom trupcu, neophodnih za izbor optimalnog rešenja po unapred odabranom kriterijumu. Pored toga, ovakvi skeneri omogućavaju brzo i efikasno snimanje podataka o zapremini i stvarnom obliku svakog trupca na stovarištu, što je osnova za realno praćenje proizvodnje i odlučivanje.

3. PRINCIPI LASERSKOG 3 - D SKENIRANJA

Skeneri za merenje zapremine trupaca koji su se pojavljivali u pilanama kasnih šezdesetih godina radili su na principu svetlosne zavese u dve ose (metod senke), bili su spori i neprecizni i davali su samo grubu geometrijsku (kružnu) aproksimaciju oblika trupca.

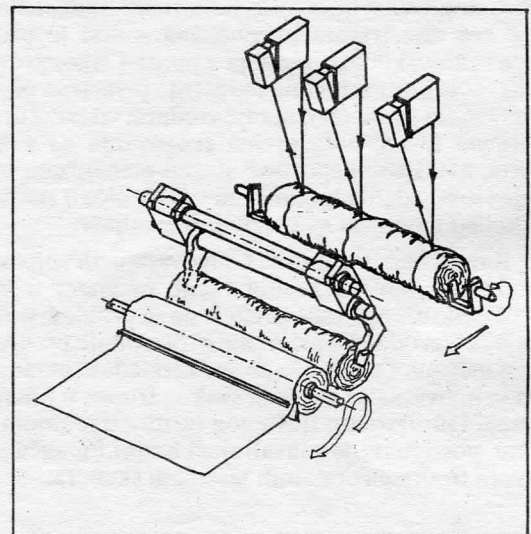
Današnji laserski 3 - D skeneri su značajno tačniji i bazirani su na principu laserske triangulacije. Ovakvi sistemi primenljivi su i u pilanskoj preradi drveta i u proizvodnji ljuštenog furnira (slika 2A i 2B). Princip rada 3 - D laserskog SPOT skenera prikazan je na slici 3. Stvarni profil trupca dobija se tako što laserski snop iz poluprovodničkog lasera (2) preko sočiva (3) daje ravan laserskog svetla koja u preseku sa površinom trupca formira liniju svetla oko trupca (1); laserski zrak odbijen od površine trupca hvata se preko sabirnog sočiva (3) i pada na PSD (Position - sensitive

device) (4), tako da se u računaru formira trodimenzionalna matrica sa podacima o X - Y koordinatama svake tačke na površini trupca. Tako se dobijaju podaci o srednjoj vrednosti položaja svake tačke na površini trupca i odstupanjima od te srednje vrednosti. Osetljivost ovih uređaja je različita; u pilanskoj preradi drveta obično se vrši merenje kompletnog profila trupca 60 puta u sekundi, pri brzini protoka od 90 m/min (Green 1994).



Slika 2a: Lasersko pozicioniranje trupca za piljenje

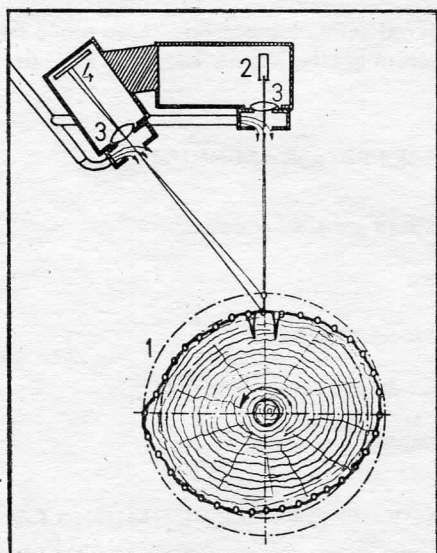
Kod centriranja trupaca za ljuštenje, osetljivost ovakvih skenera ide do $\pm 0,05$ mm kod proračuna i $\pm 0,1$ mm kod samog centriranja. To je logično ako se ima u vidu da neki skeneri izvrše i po 16.000 merenja u sekundi (Sintonen 1992). Uređaj prikazan na slici 2B može da centrira do 15 trupaca u minuti, a u stanju je da opslužuje nekoliko linija za ljuštenje. Podaci o obliku svakog trupca kasnije se koriste za proračun količine proizvedenog furnira, procenta otpatka i efikasnosti proizvodnje. Sve to se može dobiti na računaru na kraju svake smene ili partije.



Slika 2b: Lasersko pozicioniranje trupca za ljuštenje

Za tačnost laserskog skeniranja oblika trupca ili bilo kojeg drugog obratka od presudnog je značaja uticaj boje i teksture drveta. Zbog toga, umesto jednog (SPOT lasera) razvijene su 3 - D laserske glave sa po 16 individualnih lasera i ugrađenim detektorom. Na taj način emitovana energija koja kod spot lasera iznosi 0,04 mW, raste na 2,5 mW, čime se postiže jasno reflektovan laserski snop u svim uslovima, čak i pri jakom suncu.

Ovakvi laserski sistemi mogu imati dinamičku auto kalibraciju, što znači da se svaki trupac individualno



Slika 3: Princip rada laserskog spot skenera

- 1 - Trupac koji rotira
- 2 - Poluprovodnički laser
- 3 - Sočivo
- 4 - PSD podloga koja registruje koordinate tačke u kojoj se trenutno nalazi odbijeni laserski zrak

tretira, prema boji i teksturi drveta automatski se reguliše jačina laserskog svetla i otvor blende na kameri.

Najveća prednost laserskih skenera je u tome što oni omogućavaju optimizaciju, jer snimaju sa visokom tačnošću stvarni oblik trupca koji računar može da zapamti, proračuna sve mere i prikaže trupac zajedno sa brojnim vrednostima na monitoru.

U tom smislu razvijeni su računarski programi za optimizaciju procesa rezanja, pri čemu se kao ulazni podaci koriste trodimenzionalne matrice sa X - Y koordinatama svake tačke na trupcu dobijene sa skenera. Na taj način na kolor monitoru može se dobiti slika trupca odozdo, odozgo, sa leve strane, sa desne strane ili u izometriji. Program omogućava optimizaciju na osnovu:

- vrednosti dobijenih sortimenata;
- kvantitativnog iskorišćavanja;
- prioriteta porudžbe;
- vrste drveta.

Pri tome se na ekranu računara može dobiti kompletna osnova piljenja prema svakom od gore navedenih kriterijuma, a ako trupac i malo okrenemo, sistem će proračunati nove osnove piljenja za taj položaj trupca. Kada jednom računar dobije podatke o seriji snimljenih trupaca, neograničene su mogućnosti za reoptimizaciju i modelovanje, studije "šta ako" po bilo kome željenom scenariju. Te studije mogu uključiti efekte rotacije trupca, ili efekte obrade trupca na različitim mašinama, gateru ili tračnoj pili. Rezultati ovih simulacija se približavaju stvarnom rezanju i mogu se upotrebiti za analizu odnosa između cena, iskorišćenja i produktivnosti.

Sekundarni skeneri mogu se postaviti kod kolica tračne pile, tako da se mogu dobiti podaci za optimalno pozicioniranje trupca za rezanje.

4. ZAKLJUČAK

Razvoj 486 PC računara doveo je do njihovog pojeftinjenja i učinio ih je dostupnim i malim preduzećima. Sa razvojem jeftinih 3 - D laserskih skenera koji prikazuju stvaran trodimenzionalni oblik trupca sa visokom tačnošću računaru se daju realni ulazni podaci. Na taj način stvoreni su uslovi da se koriste i jeftini kućni računari za izbor optimalne strategije rezanja u vrlo kratkom vremenu, za šta su se nekad koristili mnogo skuplji specijalizovani sistemi koji su uz to bili i znatno netačniji.

Problem optimizacije naročito dolazi do izražaja prilikom laserskog skeniranja trupca za ljuštenje furnira. Računar stalno dobija podatke o obliku i položaju trupca, vrši proračun maksimalne zapremine valjka koji se može smestiti u trupac i vrši korekciju položaja trupca kontrolom mehaničkih nosača. Ovakav sistem je u stanju da poklopi osu valjka maksimalnog prečnika upisanog u trupac sa osom vretena ljuštice sa tačnošću od $\pm 0,1$ mm, pri čemu se dobija 2 - 15 % više furnira nego pri mehaničkom centriranju. U pilanskoj preradi ovakvi skeneri mogu povećati iskorišćenje i do 15% (Gatto 1994). Ovakav sistem moguće je ugraditi na stovarištu, u samoj proizvodnji, u staroj ili u novoj fabrici.

Mogućnosti koje 3 - D skeneri zajedno sa programima za optimizaciju procesa rezanja pružaju u odlučivanju i vođenju proizvodnje su ogromne, i one proizvođače koji ih koriste dovode daleko ispred konkurencije.

LITERATURA

- Green James: 3 - D LOG SCANNING GIVES FULL PROFILE TO OPTIMIZER Wood Technology, march/april 1994., (22 - 23)
- Sintonen Kari: LASER X - Y CENTRING ELIMINATES WASTAGE Raute News, 1/1992., (8-9)
- Gatto Giovanni: ACCETTARE LA SFIDA Automazione oggi 159, maggio 1994.
- Zdravković Vladislav: ŠIMULACIJA PILJENJA BUKOVIH OKRAJAKA Časopis, Glasnik Šumarskog fakulteta Br. 70., Beograd 1988.

Recenzent: Dr Momir Nikolić, red. profesor, Šumarski fakultet u Beogradu