

Utjecaj tehnologije piljenja na iskorišćenje jelovih trupaca*

Mr Đorđe Butković, dipl. ing.

UDK 634.0832.15

Sumarski fakultet Zagreb

Primljeno: 25. 03. 1980.

Izvorni znanstveni rad

Prihvaćeno: 08. 04. 1980.

Sažetak

Nedostatak pilanske sirovine uvjetuje sve veće angažiranje na iznalaženju načina za povećanje iskorišćenja kod piljenja. Prilog tome su i ova istraživanja, koja se baziraju na eksperimentalnom i teoretskom mjerenju iskorišćenja kod piljenja jelovine na dva različita načina piljenja. Osnovno je bilo pitanje iskorišćenja kod piljenja u cijelo i prizmiranje, koje je analizirano već i ranije, ali za tadašnje uvjete prerade. Sada sprovedena istraživanja vršena su uz današnju modernu tehnologiju piljenja jelovine u jednom od naših pogona, za debljinski razred trupaca od 35—39 cm srednjeg promjera.

Za svaki način piljenja odabrana su po tri različita rasporeda pila, a rezultati su provjereni statističkom metodom. Teoretski dio simuliranog piljenja izvršen je pomoću kompjutorskog programa, i to je piljenje, kako se očekivalo, dalo nešto veće vrijednosti kvantitativnog iskorišćenja od eksperimentalnog piljenja. Uspoređujući piljenje u cijelo i prizmiranje, rezultati su oprečni kod simuliranog i eksperimentalnog piljenja. Naime, simulirano piljenje u cijelo daje nešto veće vrijednosti iskorišćenja nego prizmiranje, dok eksperimentalno piljenje daje uglavnom obrnute rezultate.

Ključne riječi: iskorišćenje jelovine — eksperimentalno piljenje — simulirano piljenje

INFLUENCE OF SAWING TECHNOLOGY ON UTILIZATION OF FIRWOOD LOGS

Summary

Shortage of saw-mill raw material stimulates more and more engagement in finding out ways for better utilization during sawing. These investigations are also one of contributions to this purpose and are based on experimental and theoretical measuring of utilization in sawing fir timber by two different sawing methods. Utilization was the basic question when sawing live and cant sawing, which had been analyzed before, but for conversion conditions prevailing at that time.

Now carried out investigations involve up-to-date technology of sawing firwood in one of our plants for log classes of 35 — 39 cms mean diameter.

For each sawing method three different saw arrangements have been used and the results checked up by statistical method.

Theoretic part of simulating sawing has been effected by means of computer program and such sawing, as it has been expected, produced slightly higher values of quantitative utilization than experimental utilization. Comparing sawing live and cant sawing, obtained results are opposite for simulating and experimental sawing. Namely, simulating sawing live produces slightly higher values of utilization than cant sawing, while experimental sawing produces in general opposite results.

Key words: firwood utilization — experimental sawing — simulating sawing.

* Prikaz magistarskog rada »Piljenje trupaca u cijelo i prizmiranjem«, Sumarski fakultet — Zagreb, 1978.

1. UVOD

Uvijek aktualan problem iskorišćenja kod piljenja trupaca naročito postaje značajan u današnje vrijeme pomanjkanja pilanske sirovine i sve veće potražnje za drvnim proizvodima. Važan faktor za iskorišćenje u pilanskoj preradi je način piljenja trupaca. U ranijim istraživanjima iskorišćenja kod piljenja jele-smreke, neki autori ispituju razliku kod iskorišćenja piljenjem u cijelo i prizmiranje. To su bila uglavnom eksperimentalna ispitivanja, dok se manjim dijelom autori bave i teoretskim dokazivanjima.

Zadatak je ovog istraživanja da se u uskom području jednog debljinskog podrazreda trupaca jele-smreke, jednim dijelom, ispita kakva je razlika iskorišćenja kod piljenja u cijelo i prizmiranjem u današnjim modernim uvjetima pilanske proizvodnje. Eksperimentalni dio istraživanja obavljen je u specijaliziranoj pilani za namjensku proizvodnju piljenica za građevinsku stolariju u RO »Delnice«, pilane u Lučicama. Teoretsko istraživanje je načinjeno primjenom tehnike kompjutera, za koji je sastavljen program na Šumarskom fakultetu u Zagrebu. Istraživanja su se odnosila na:

- kvantitativno, kvalitativno i vrijednosno iskorišćenje kod eksperimentalnog piljenja;
- kvantitativno iskorišćenje kod simuliranog piljenja;
- širine propiljka na jarmačama.

Glavni objekt istraživanja odnosi se na kvantitativno iskorišćenje eksperimentalno ispiljenih trupaca i uspoređenje tog iskorišćenja s teoretskim kvantitativnim iskorišćenjem, dobijenim kod simuliranog piljenja.

2. KRATAK PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

U literaturi o istraživanjima na području iskorišćenja kod piljenja trupaca [2, 3, 4, 5, 10, 11 i 13], istraživači se podudaraju u zaključcima o faktorima koji utječu na iskorišćenje. Ispitivanja se osnivaju na praktičnim mjerenjima na pilanama, a vršena su na jeli i listačama: hrast, bukva i jasen. Promjeri trupaca su se kretali od 14 cm [11] pa do 60 cm [6] i dužinama do 6,5 m. Trupci koji su bili mjereni zastupljeni su u svim klasama kvalitete, a najčešće u prvoj i drugoj.

Prema tim podacima iskorišćenje se kreće u dosta širokim granicama od 50 do 70%, zavisno od načina prerade [10]. Prerada krupnog pilanskog ostatka povećava iskorišćenje za 2—3%. Taj se ostatak kreće u granicama od oko 13—24% od volumena trupaca. Piljevina je zastupljena od 8—14%. Na usušenje otpada oko 1—7% [11]. Prema Kneževiću [10], na krupni pi-

lanski ostatak otpada 24—28%, a na piljevinu 14—16%. Debljina trupaca utječe na iskorišćenje tako da trupci većeg promjera imaju i veće iskorišćenje [2, 6 i 10]. To iskorišćenje naglo raste kod tanjih trupaca s povećanjem njihovog promjera, a iznad 40 cm se rast ublažava (prema Kneževiću [10], strana 20, grafički prikaz). Što je trupac duži, tim mu je iskorišćenje manje ako se piljenice kroje oštrobridno i paralelno [2, 3 i 10]. Što je veći pad promjera, kod paralelnog okrajčivanja, iskorišćenje je manje, i obratno, manji pad promjera daje veće iskorišćenje [1, 2, 3, 10]. Ako promjena pada promjera iznosi $\pm 0,2$ cm/m, onda i iskorišćenje varira za $\pm 0,25\%$. Zakrivljenost trupaca može smanjiti iskorišćenje za 8-24% [2, 3 i 10]. Ako se za određeni raspored pila maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja uzimaju trupci neodgovarajućeg promjera, onda razlika promjera ± 1 cm smanjuje iskorišćenje za 0,9%. Ako se uzimaju trupci čiji promjer odstupa od optimalnoga za ± 2 cm, onda iskorišćenje pada za 1,4% [2, 3 i 10]. Iz ova je očito, koliko je važno sortiranje trupaca u što uže debljinske grupe.

Nepravilno smještanje trupaca na kolica jarmače, odnosno loše centriranje, npr. za 2 cm od simetrale u lijevo ili desno, smanjuje iskorišćenje čak do 10% [2, 3 i 10]. Širina propiljka utječe na iskorišćenje, to jest veća širina propiljka daje manje iskorišćenje. Taj se utjecaj više očituje kod prizmiranja nego kod piljenja u cijelo [10]. Broj propiljaka, debljina lista pile, te način piljenja, odnosno sastavljanje rasporeda pila, također imaju utjecaja na iskorišćenje. Najveće iskorišćenje daje raspored pila maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja. Uzimajući u obzir samo osnovnu zonu, raspored pila maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja daje prosječno do 3% veće iskorišćenje u odnosu na druge rasporede pila [10]. Važnu ulogu za iskorišćavanje ima način okrajčivanja piljenica na određenu širinu, jer dozvoljena veća lisičavost daje veće iskorišćenje.

Nadmjera na utezanje ima također važnu ulogu za iskorišćenje. Ako se nadmjera bez potrebe poveća za 0,1 mm, iskorišćenje će pasti za oko 0,3%. Isto je tako i s netočnošću piljenja i kvalitetom piljene površine. Veća netočnost i lošija kvaliteta piljene površine iziskuje veću nadmjeru, što smanjuje iskorišćenje.

Uspoređivanjem piljenja u cijelo i prizmiranja kod jele, teoretsko kvantitativno iskorišćenje je veće kod piljenja u cijelo prosječno za 1,9%. No praksa pokazuje da piljenje prizmiranjem daje veća iskorišćenja za 2—4%, za što se razlog nalazi u preciznijem okrajčivanju kod prizmiranja [10].

Uz kvantitativno iskorišćenje, važnu ulogu u proizvodnji piljenog drva ima i kvalitet i vrijednost piljenog materijala, a kao rezultat toga i financijski efekt same pilane. Cilj svake pilane

je postići što veću vrijednost piljenog proizvoda, a ta je vrijednost gotovo uvijek i rezultat bolje kvalitete piljene građe. Da bi se postigla proizvodnja što kvalitetnije piljene građe, danas se, između ostalih mjera, nastoji i izradu i koranje trupaca centralizirati na stovarištima pilana. Time se postižu manja oštećenja trupaca, pravilnija izrada u smislu forme trupaca i bolje mogućnosti za kompleksnije iskorišćenje trupaca u pilani. Pod kompleksnim iskorišćenjem trupaca misli se na dio trupaca koji se pretvori u tehnološko 'verje, čime se svjesno umanjuje iskorišćenje u obliku piljenica. Kompleksno iskorišćenje dostiže danas na strojevima za iveranje trupaca i do 90% (ostalih 10% otpada na piljevinu i nadmjeru). Također se nastoji povećati vrijednost piljevine, time da se ona preradi u brikete ili sl. [5].

Svi navedeni istraživači su svoja istraživanja uglavnom bazirali na praktičnim izmjerama, dok se u novije vrijeme ista istraživanja nastoje obraditi teoretski, putem kompjutera. Richards D. B. [15] je istraživao iskorišćenje simuliranim piljenjem, primjenom kompjuterskog programa, i to za četiri načina piljenja: piljenje u cijelo, piljenje paralelno s jednom izvodnicom, piljenje paralelno s dvije izvodnice i piljenje prizmiranjem, a sve to za različite debljine piljenica, različite širine propiljaka, s različitim padom promjera trupaca, različitim promjerima trupaca, različitim dužinama trupaca i različitim visinama prizme. Sve piljenice su okrajčene, a iskorišćenje se kreće u širokim granicama od 45—75%. U cijelom nizu tabela autor varira karakteristike trupaca sa svim načinima piljenja i dimenzijama sortimenata, iz čega dobiva različite rezultate kvantitativnog iskorišćenja kod simuliranog piljenja. Ujedno potvrđuje prijašnja istraživanja i saznanja, da na veličinu iskorišćenja kod piljenja utječu: promjer trupca, dužina trupca, pad promjera, širina propiljka, dimenzije sortimenata koji se pile i način piljenja.

Uspoređujući piljenje prizmiranjem i u cijelo, može se reći da piljenje u cijelo po D. B. Richardsu daje veće iskorišćenje kod većeg pada promjera.

3. METODA RADA

3.1 Kratak opis pilane

Pilana u Lučicama je specijalizirana za proizvodnju piljene građe iz jele-smreke. Osnovni strojevi su jarmače. Potpuno je mehanizirana od stovarišta trupaca do otpreme piljene građe. Po nekim kriterijima spada u srednje mehanizirane pilane u Evropi.

Na stovarištu trupaca nalazi se portalni kran koji obavlja sve manipulacije trupcima; istovar, snabdijevanje sortirnice, pražnjenje sortirnih polja i opskrbu pilanskog trijema trupcima. U pilanskoj hali se nalaze dvije jarmače koje rade

u paru kod piljenja prizmiranjem, a mogu raditi i svaka posebno kod tehnike piljenja u cijelo. Svi strojevi (osnovni i sekundarni) međusobno su povezani mehanički pokretanim transporterima. Sa sekundarnih strojeva piljenice se transportiraju na skladište piljene građe, gdje se sortiraju po klasi i dimenziji.

3.2 Eksperimentalno piljenje

Za eksperimentalno piljenje odabrani su trupci srednjeg promjera od 35—39 cm, dužine 4 m. U ovom podrazredu nalazi se prosječni srednji promjer trupca za ovu pilanu. Odabrano je ukupno 300 komada trupaca za piljenje sa šest rasporeda pila (50 trupaca za svaki raspored pila). Kriterij odabiranja trupaca bio je takav da su odabrani trupci koji su iskustveno predstavljali neku srednju kvalitetu za ovu pilanu (otprilike II klasa).

Kod određivanja rasporeda pila nastojalo se u debljinama piljenica zadovoljiti potrebe poduzeća, jer je to namjenska pilana koja proizvodi piljenu građu prvenstveno za potrebe proizvodnje građevne stolarije; da visina prizme odgovara kriterijima maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja, tj. da iznosi oko 0,7 D_t (promjer trupca na tanjem kraju).

Praćeno je iskorišćenje za svaki trupac posebno. Iz svakog trupca su se dobile piljenice dužine 3—4 m, određene klase kvalitete, kao i piljenice definirane kao kratka građa, tj. dužine 1—2,75 m. Jelove piljenice od 0,5—0,9 m u ovoj pilani se ne proizvode, i radi toga u ovom pokusnom piljenju nisu izrađivane. Sve piljenice su oštrobrižno obrađene.

Struktura pilanskog ostatka nije mjerena. Zato se za orijentaciju može spomenuti koliko učestvuje pilanski ostatak u proizvodnji u ovoj pilani prema praktičnim iskustvima:

piljevina: 10—13%;
krupni pilanski ostatak: 18—22%.

Debljine piljenica su obračunavane u nominalnim dimenzijama koje bi trebale piljenice imati u prosušenom stanju kod 20—22% sadržaja vlage, bez nadmjere. Nadmjere koje se daju u ovoj pilani na debljini iznose:

nominalne debljine piljenica u mm	nadmjera u mm
17	1
23	1
37	2
47	2

Nominalne debljine nisu propisane standardom, nego su prilagođene zahtjevima kupaca. Dužina piljenica je zaokružena na standardnu dužinu (manju) s nadmjerom od dva centimetra. Širina piljenice je mjerena s točnošću od 1

mm. Pošto su te širine izmjerene u sirovom stanju, bilo je potrebno predvidjeti koliko će im iznositi utezanje kad se osuše do 20% sadržaja vlage. U obzir je uzeto tangentno utezanje, a obračunato je po izrazu za parcijalno utezanje.

JUS propisuje istraživanje širine na puni centimetar, te je širina izračunata u milimetrima, zaokružena na puni centimetar po kriterijima Standarda (1-5 mm na niže, 6-9 mm na više). Sortiranje piljene građe je obavljeno prema propisima Standarda.

3.2.1 Piljenje prizmiranjem

Za ovaj način piljenja odabrana su slijedeća tri rasporeda pila (u zagradi su rasporedi pila bez nadmjere).

Raspored pila broj 1:

a) raspored pila na prvoj jarmači:

$$\frac{1}{225}, \frac{2}{24}, \frac{R}{18}; \left(\frac{1}{210}, \frac{2}{23}, \frac{R}{17} \right)$$

b) raspored pila na drugoj jarmači:

$$\frac{4}{49}, \frac{3}{24}, \frac{R}{18}; \left(\frac{4}{47}, \frac{3}{23}, \frac{R}{17} \right)$$

Srednji promjer trupca za ovaj uzorak iznosio je 37,16 cm, a najmanji promjer na tanjem kraju trupca je bio 33 cm, dok je najveći promjer trupca na debljem kraju bio 44 cm. Najmanji pad promjera u uzorku je iznosio 0,50 cm/m, a najveći 2,75 cm/m. Prosječni pad promjera za uzorak je bio 1,315 cm/m.

Raspored pila broj 2:

a) raspored pila na prvoj jarmači:

$$\frac{1}{225}, \frac{2}{24}, \frac{R}{18}; \left(\frac{1}{210}, \frac{2}{23}, \frac{R}{17} \right)$$

b) raspored pila na drugoj jarmači:

$$\frac{4}{24}, \frac{1}{49}, \frac{2}{24}, \frac{R}{18}; \left(\frac{4}{23}, \frac{1}{47}, \frac{2}{23}, \frac{R}{17} \right)$$

Uzorak je imao srednji promjer trupca 37,20 cm. Najmanji promjer na tanjem kraju je 33 cm, a najveći je iznosio 42 cm. Najmanji pad promjera je bio 0,25 cm/m, a najveći je bio 2,25 cm/m. Prosječni pad promjera za cijeli uzorak je iznosio 0,920 cm/m.

Raspored pila broj 3:

a) raspored pila na prvoj jarmači:

$$\frac{1}{225}, \frac{2}{24}, \frac{R}{18}; \left(\frac{1}{210}, \frac{2}{23}, \frac{R}{17} \right)$$

b) raspored pila na drugoj jarmači:

$$\frac{1}{49}, \frac{5}{24}, \frac{R}{18}; \left(\frac{1}{47}, \frac{5}{23}, \frac{R}{17} \right)$$

Srednji promjer trupca za uzorak je iznosio 37,46 cm. U uzorku je najmanji promjer na tanjem kraju bio 33 cm, a najveći 41 cm. Najmanji pad promjera je iznosio 0,50 cm/m, a najveći je bio 2,00 cm/m. Prosječni pad promjera za uzorak iznosio je 0,985 cm/m.

3.2.2 Piljenje u cijelo

Kao kod tehnike piljenja prizmiranjem, tako su i ovdje odabrana tri rasporeda pila za koje se smatralo da mogu dati dosta povoljno iskorišćenje, a da piljena građa bude upotrebljiva za poduzeće i tržište. Rasporedi pila za piljenje u cijelo bili su slijedeći (u zagradi su rasporedi pila bez nadmjere):

Raspored pila broj 4:

$$\frac{5}{49}, \frac{2}{24}, \frac{R}{18}; \left(\frac{5}{47}, \frac{2}{23}, \frac{R}{17} \right)$$

Srednji promjer uzorka iznosio je 37,34 cm. Najmanji promjer na tanjem kraju u uzorku je bio 33 cm, a najveći na debljem kraju 45 cm. Najmanji pad promjera je bio 0,25 cm/m, a najveći je bio 2,00 cm/m. Prosječni pad promjera za uzorak iznosio je 1,135 cm/m.

Raspored pila broj 5:

$$\frac{5}{39}, \frac{2}{24}, \frac{R}{18}; \left(\frac{5}{37}, \frac{2}{23}, \frac{R}{17} \right)$$

Srednji promjer trupca u uzorku iznosio je 36,62 cm. Najmanji promjer na tanjem kraju u ovom je uzorku bio 33 cm, a najveći na debljem kraju trupca 44 cm. Najmanji pad promjera iznosio je 0,50 cm/m, a najveći 2,25 cm/m. Prosječni pad promjera za uzorak bio je 1,165 cm/m.

Raspored pila broj 6:

$$\frac{4}{49}, \frac{3}{24}, \frac{R}{18}; \left(\frac{4}{47}, \frac{3}{23}, \frac{R}{17} \right)$$

Srednji promjer trupca u ovom uzorku iznosio je 37,32 cm. Najmanji promjer trupca na tanjem kraju bio je 33 cm, a najveći promjer na debljem kraju u uzorku bio je 44 cm. Najmanji pad promjera iznosio je 0,50 cm/m, a najveći je iznosio 1,75 cm/m. Prosječni pad promjera za cijeli uzorak bio je 1,025 cm/m.

3.3 Simulirano piljenje

Za teoretsko izračunavanje kvantitativnog iskorišćenja napravljen je kompjuterski program, pomoću kojeg se za trupce određenih karakteristika, uz odabrani raspored pila, može vrlo lako i brzo dobiti iskorišćenje. Upotrebljen je FORT-RAN jezik, a program je izrađen na Sumarskom

fakultetu u Zagrebu. Podaci su se obrađivali u Sveučilišnom računskom centru u Zagrebu (SR-CE). Trupac je u ovom programu promatran kao dio stošca (krnji stožac), da bi se matematskim putem mogle izraziti površine piljenica koje su dobivene piljenjem.

3.4 Širina propiljka

Širine propiljaka mjerene su na jarmačama, jer one imaju najviše utjecaja na kvantitativno iskorišćenje. Mjerenje je obavljeno na sljedeći način: jedna piljenica u dužini oko 2 m je na tri označena mjesta izmjerena po širini s točnošću na stotinku milimetra. Tada je piljenica propiljena u jarmači tako da rubove ne zahvati ni jedna od pila, pa se nakon toga svaka tako dobivena letva izmjerila na označenim mjestima. Razlika između mjernih mjesta prije i poslije propiljivanja daje ukupnu širinu propiljaka za onoliko pila koliko je zahvatilo dotičnu piljenicu. Razlika podijeljena s brojem pila daje širinu jednog propiljka. Mjerenje širine propiljka je obavljeno na dva uzorka u sredini trajanja piljenja, i to jednom kod piljenja prizmiranjem, a jednom kod piljenja u cijelo.

4. REZULTATI

4.1 Eksperimentalno piljenje

Pregled dobijenih rezultata eksperimentalnim i simuliranim piljenjem nalazi se u priloženim tablicama i grafikonima. Rasporedi pila označeni su brojevima redom od 1 do 6, kako su prikazani u metodici.

Tablica I

Raspored pila	Trupci		Piljena građa						Kv. iskorišćenje	Kv. iskorišćenje	Kv. iskorišćenje	Prosječna vrijednost piljene građe (C)	Prosječna vrijednost piljene građe (C)
	V _t	dužine 1-2,75 m	dužine 3-4 m		V _p	Kv. iskorišćenje	Kv. iskorišćenje	Kv. iskorišćenje					
			m ³	m ³									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Broj 1	21,7016	0,5003	3,47	13,9167	96,53	14,4170	0,6643	0,7274	0,4831	1020,30	1535,90		
Broj 2	21,7283	0,4884	3,45	13,5948	96,55	14,0832	0,5482	0,7209	0,4673	986,94	1522,58		
Broj 3	21,9809	0,5999	4,17	13,7939	95,83	14,3938	0,6548	0,6940	0,4544	959,62	1465,62		
Σ	65,4108	1,5886	3,70	41,3054	96,30	42,8940	0,6558	0,7141	0,4683	989,05	1508,16		
Broj 4	21,8429	0,4054	2,82	13,9646	97,16	14,3700	0,6578	0,7251	0,4770	1007,42	1531,26		
Broj 5	21,8696	0,3222	2,32	13,5464	97,68	13,8686	0,6336	0,7132	0,4519	954,41	1506,32		
Broj 6	21,8114	0,4065	2,81	13,7657	97,13	14,1522	0,6448	0,7085	0,4597	970,89	1496,44		
Σ	65,5438	1,1341	2,68	41,2567	97,32	42,3908	0,6448	0,7156	0,4629	977,64	1511,51		

SUMARNA TABELA 5 REZULTATIMA PILJENJA ZA SVE RASPOREDE PILA

V_t - volumen trupaca (m³)
 V_p - volumen piljene građe (m³)
 kv - koeficijent kvantitativnog iskorišćenja
 kv - koeficijent kvalitativnog iskorišćenja
 kv - koeficijent vrijednosnog iskorišćenja

U tablici I se vide vrijednosti iskorišćenja kod piljenja za svih šest rasporeda pila. Brojevi rasporeda pila 1, 2, 3 označuju piljenja prizmiranjem, a ostali piljenje u cijelo. Ukupna koli-

čina trupaca ispiljenih po pojedinim rasporedima pila je gotovo ista, dok se kod iskorišćenja uočavaju razlike. Učešće kratke piljene građe je veće kod piljenja prizmiranjem: 3,7%, a kod piljenja u cijelo ono iznosi 2,68%. Ukupno kvantitativno iskorišćenje kod piljenja prizmiranjem iznosi 65,58%, a piljenjem u cijelo 64,68%.

Tablica II

Raspored pila	RASPORED PILA BROJ						
	1	2	3	4	5	6	
1-2,75 m	17	103,6	105,9	113,7	97,9	108,7	97,0
	23	122,3	118,2	124,9	109,5	122,6	109,3
3-6 m	17	132,5	101,6	115,8	-	121,2	-
	23	165,7	188,5	195,7	161,0	194,6	175,3
	37	-	-	-	-	218,4	-
	47	225	225	225	261,7	-	216,8
Σ	172,6	181,2	184,5	208,7	216,8	203,5	

PROSJEČNE ŠIRINE PILJENICA u mm

U tablici II prikazane su prosječne širine piljene građe za pojedine debljine i dužine. U prosjeku su nešto veće širine piljenica kod piljenja u cijelo.

Uspoređenje rezultata eksperimentalnog piljenja je obrađeno statistički pomoću t-testa. Rezultati statističke obrade vide se u tablici III. Kolona 1 prikazuje promjere trupaca, a u ostalim kolonama se nalaze podaci o uspoređivanju pojedinih rasporeda pila, da se vidi postoje li ili ne postoje signifikantne razlike kvantitativnog iskorišćenja između piljenja prizmiranjem i u cijelo. Sa znakom »-« je označeno da nema signifikantnih razlika, a sa znakom »+« je označeno da su razlike signifikantne na određenom nivou. Indeksima »p« ili »c« izraženo je veće iskorišćenje kod prizmiranja (p) ili piljenja u cijelo (c).

Tablica III

Promjer trupaca cm	Uspoređenje rasporeda pila kod prizmiranja (1,2,3) sa rasporedima pila kod piljenja u cijelo (4,5,6)										Sumarna prilaz
	1/4	1/5	1/6	2/4	2/5	2/6	3/4	3/5	3/6	1,2,3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	+ (9) + (10)	-	-	-	-	-	+ (4)	-
37	-	-	+ (17) + (4)	-	-	-	-	-	-	-	-
38	+ (4) + (1) + (2)	-	-	-	+ (1)	-	-	-	+ (7)	-	+ (4)
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (3)	-

- nije signifikantno
 + signifikantno na nivou od ... %
 p veće kvant. isk. kod piljenja prizmiranjem
 c veće kvant. isk. kod piljenja u cijelo

REZULTATI STATISTIČKOG USPOREĐENJA IZMEĐU PILJENJA PRIZMIRANJEM I U CIJELO

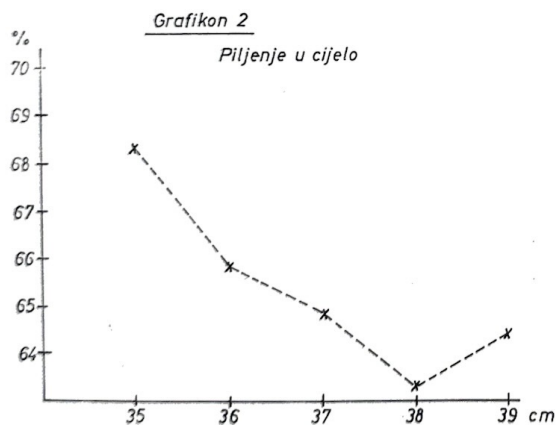
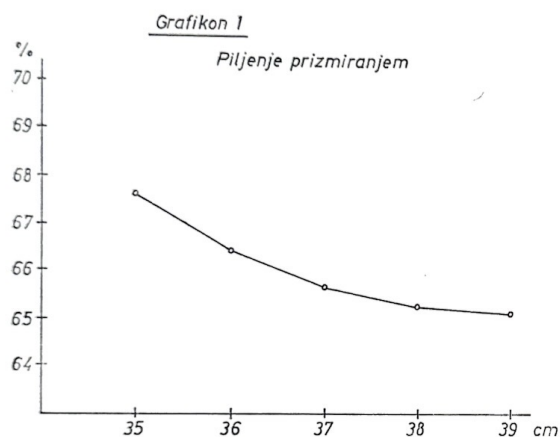
Iz tablice III se vidi da, od 45 uspoređenja, u 10 slučajeva je razlika signifikantna, od čega samo jednom u korist piljenja u cijelo. Sumarnim uspoređivanjem razlike iskorišćenja kod piljenja prizmiranjem i u cijelo, signifikantna je

razlika kod srednjeg promjera trupca 38 cm na nivou od 4% u korist prizmiranja.

Između pojedinih rasporeda pila postoje razlike između koeficijenata vrijednosnog iskorišćenja. Raspored pila broj 1 daje najveću vrijednost, a raspored pila broj 3 daje najmanju vrijednost piljene građe (tablica I).

Na grafikonima 1 i 2 prikazana su prosječna kvantitativna iskorišćenja eksperimentalnog piljenja za pojedine rasporede pila po svakom centimetru debljinske grupe trupaca. Na grafikonu 1 prikazano je piljenje prizmiranjem, a na grafikonu 2 piljenje u cijelo.

Kvantitativno iskorišćenje eksperimentalnog piljenja za pojedine promjere trupaca



4.2 Širine propiljka

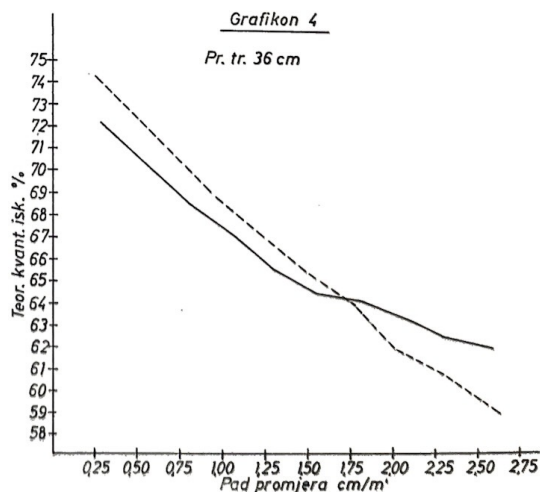
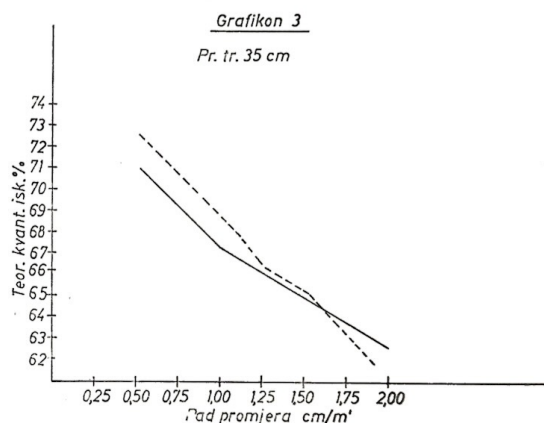
Naprijed opisanom metodom izmjerena širina propiljka kod prizmiranja iznosi 3,55 mm, a kod piljenja u cijelo 3,54 mm. Razlike u širinama propiljaka kod teoretskih i izmjerenih veličina za oba načina piljenja vrlo su male i uoč-

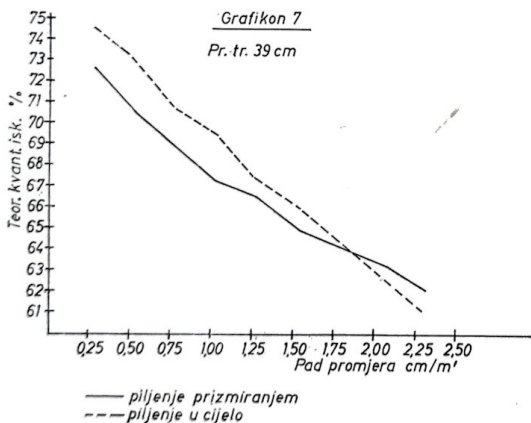
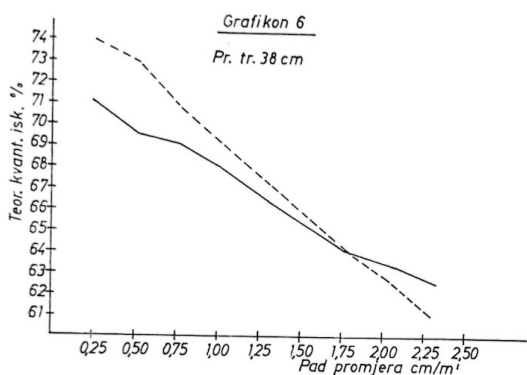
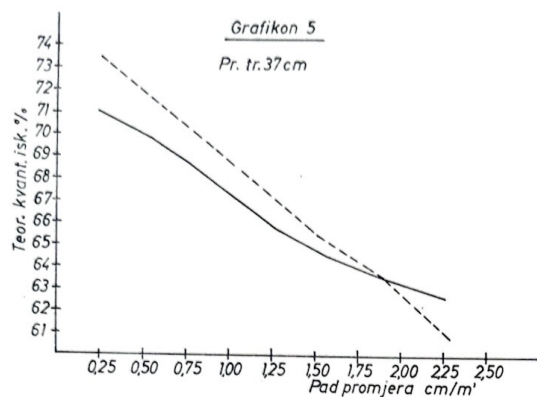
ljive su samo u stotinkama milimetra. Također su vrlo male razlike kod mjerenja razvrake zubaca pila prije i nakon piljenja.

4.3 Simulirano piljenje

Grafikonima 3, 4, 5, 6 i 7 prikazana su teoretska kvantitativna iskorišćenja. Punim linijama je predočeno piljenje prizmiranjem, a crtkanim piljenje u cijelo. Na apscisi se nalazi pad promjera a na ordinati teoretsko kvantitativno iskorišćenje. Lako je uočljiva tendencija pada kvantitativnog iskorišćenja s porastom pada promjera. Vrijednosti kvantitativnog iskorišćenja kod piljenja prizmiranjem i u cijelo otprilike su jednake (64%) kod pada promjera oko 1,75 cm/m. Kod manjeg pada promjera veće kvantitativno iskorišćenje daje piljenje u cijelo, a povećanjem pada promjera veće vrijednosti kvantitativnog iskorišćenja su kod piljenja prizmiranjem.

Teoretsko kvantitativno iskorišćenje za pojedine promjere trupaca





5. DISKUSIJA

U eksperimentalnom piljenju kod prizmiranja, kvantitativno iskorišćenje se kreće od 0,638—0,664 (prosječno za sva tri rasporeda iznosi 0,656), dok se kod piljenja u cijelo kreće od 0,634—0,658 (prosječno za sva tri rasporeda pila 0,647 — tablica I). Razlika je 0,009 ili 0,90% u korist prizmiranja.

Razlog za ponekad nešto veće kvantitativno iskorišćenje kod piljenja prizmiranjem najvjerojatnije treba tražiti kod okrajčivanja piljenica, jer se za sada još uvijek na tim strojevima ne postiže dovoljna preciznost obrade.

Statističkom obradom rezultata eksperimentalnog piljenja vidi se da u najviše slučajeva ne postoje značajne razlike u kvantitativnom iskorišćenju između piljenja u cijelo i prizmiranja. Od 45 kombinacija, svega 10 pokazuju signifikantne razlike (9 u korist prizmiranja a 1 u korist piljenja u cijelo — tablica III). Na grafikonu 1 i 2 uočljiva je tendencija pada kvantitativnog iskorišćenja s porastom srednjeg promjera, a taj pad je nešto veći kod piljenja u cijelo. Pad kvantitativnog iskorišćenja tumači se time što je raspored pila sastavljen za najmanji promjer trupca u grupi, a to je na tanjem kraju 33 cm. S tim u vezi je važno naglasiti da je potrebno sortirati trupce na što uže debljinske grupe, jer svako odstupanje od promjera na više ili niže za koji je raspored pila sastavljen, smanjuje kvantitativno iskorišćenje [2, 3 i 10].

Koeficijenti kvalitativnog i vrijednosnog iskorišćenja ne pokazuju značajne razlike između piljenja u cijelo i prizmiranja (statistički nije dokazivano). Koeficijent kvalitativnog iskorišćenja kod piljenja u cijelo za sva tri rasporeda pila iznosi 0,716, a kod prizmiranja je 0,714. I vrijednost proizvedene piljene građe neznatno je veća kod piljenja u cijelo (1511,51 din/m³ piljene građe) nego kod piljenja prizmiranjem (1508,16 din/m³ piljene građe). Razlog nešto veće vrijednosti piljene građe kod piljenja u cijelo treba tražiti u manjoj zastupljenosti kratko piljene građe. Time se povećava prodajna cijena i prosječna vrijednost svih proizvoda. Učešće kratke piljene građe kod prizmiranja iznosi 3,7% u odnosu na svu piljenu građu, a kod piljenja u cijelo je zastupljena s 2,7% (tablica I).

Veću količinu kratke piljene građe kod prizmiranja uvjetuje način piljenja trupaca. Kod ove tehnike piljenja, pile na jarmači zahvaćaju trupac sa četiri strane, dok se kod piljenja u cijelo kratka piljena građa može ispiliti s dvije strane plašta trupca.

Prosječni koeficijent vrijednosnog iskorišćenja kod piljenja prizmiranjem iznosi 0,468, a kod piljenja u cijelo 0,463. On je rezultat umnoška koeficijenata kvantitativnog i kvalitativnog iskorišćenja, a veći je kod piljenja prizmiranjem. Razlika između koeficijenata kvantitativnog iskorišćenja kod prizmiranja i piljenja u cijelo je veća od razlike koeficijenata kvalitativnih iskorišćenja, pa je to razlog da je koeficijent vrijednosnog iskorišćenja veći kod piljenja prizmiranjem. Grafikonima 3, 4, 5, 6 i 7 prikazane su veličine teoretskog kvantitativnog iskorišćenja za navedene rasporeda pila i za srednje promjere trupaca 35, 36, 37, 38 i 39 cm, uz određeni pad promjera trupca. Iz njih se može zaključiti da teoretsko

kvantitativno iskorišćenje opada s porastom pada promjera trupca, jer se oštrobridnim okrajčivanjem piljenica pojavljuje krupni pilanski ostatak, koji je veći kod trupaca s većim padom promjera, što neposredno utječe na smanjenje kvantitativnog iskorišćenja.

Razlike kod teoretskog kvantitativnog iskorišćenja između prizmiranja i piljenja u cijelo kreću se otprilike u ovim granicama: pad promjera trupca do 1,5 cm/m daje prednost piljenju u cijelo, od 1,5—1,75 cm/m vrijednosti teoretskog kvantitativnog iskorišćenja približno su jednake, a iznad 1,75 cm/m piljenje prizmiranjem daje nešto veće teoretsko kvantitativno iskorišćenje. Navedeni se podaci gotovo u potpunosti podudaraju s istraživanjima koja je provodio D. B. Richards [15], dok su se drugi autori ograničili na to da pad promjera ima utjecaja na kvantitativno iskorišćenje, a nisu govorili o utjecajima tog faktora na različite tehnologije piljenja.

U tablici II prikazane su prosječne širine piljenica u sirovom stanju. Kratke piljenice kod prizmiranja su šire (114 mm) nego kod piljenja u cijelo (107 mm). Ali prosječne širine piljenica uzorka veće su kod piljenja u cijelo (211 mm) nego kod prizmiranja (175 mm). Razlike su dosta velike, premda statistički nije dokazivano da li su signifikantne. Razlog za veću prosječnu širinu piljenica kod piljenja u cijelo je vjerojatno taj što se prizmiranjem znatno smanjuje prosječna širina većeg dijela piljenica.

Piljenje je započeto s oštrim pilama kod piljenja u cijelo i prizmiranja. Ispiljeno je svega po 150 trupaca sa svakom garniturom pila, što je očito bilo premalo da bi se one značajnije zatupile. Stoga su se i razlike u širini propiljaka tokom piljenja pokazale neznatnim za oba načina piljenja.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu eksperimentalnog i simuliranog istraživanja piljenja jelovine tehnikom prizmiranja i u cijelo, može se zaključiti:

1. Razlike kvantitativnog iskorišćenja trupaca između piljenja prizmiranjem i u cijelo nisu značajno signifikantne kod eksperimentalnog piljenja.

2. Povećanjem promjera trupaca za iste rasporede pila kvantitativno iskorišćenje pada i kod piljenja prizmiranjem i u cijelo.

3. Vrijednost piljene građe je nešto veća kod piljenja u cijelo.

4. Teoretska istraživanja bazirana na simuliranom piljenju djelomično potvrđuju ranija istraživanja za kvantitativno iskorišćenje [2, 3 i 21].

5. Razlike kvantitativnog iskorišćenja uz simulirano piljenje prizmiranjem i u cijelo su sljedeće:

- a) kod pada promjera trupaca do 1,5 cm/m piljenje u cijelo daje veće kvantitativno iskorišćenje od prizmiranja;
 - b) kod pada promjera trupaca od 1,5—1,75 cm/m razlike u kvantitativnom iskorišćenju su neznatne za ova dva načina piljenja;
 - c) kod pada promjera trupaca od 1,76 cm/m i više, prizmiranje daje nešto veće kvantitativno iskorišćenje piljenja u cijelo.
6. Prosječna širina piljenica je veća kod piljenja u cijelo.

Ova istraživanja ne potvrđuju u potpunosti dosadašnja istraživanja kvantitativnog iskorišćenja, prema kojima piljenje trupaca prizmiranjem daje veće kvantitativno iskorišćenje, tj. ne postoje u cijelosti statistički signifikantne razlike u iskorišćenju između ova dva načina piljenja.

S obzirom da su sprovedena istraživanja ograničenog karaktera, jer se odnose samo na određene trupe, određene rasporede pila, određene uvjete prerade itd., rezultati eksperimentalnog i teoretskog istraživanja ne smiju se široko generalizirati bez daljih istraživanja.

LITERATURA:

- [1] AKSENOV, P. P.: Teoretičeskie osnovi raskroja pilovočnogog syrja. Goslesbumizdat, Moskva, 1960.
- [2] BREŽNJAK, M.: Analiza elemenata koji utječu na iskorišćenje trupaca. Interna studija, Zagreb, 1963.
- [3] BREŽNJAK, M.: Analiza nekih elemenata koji utječu na kvantitativno iskorišćenje trupaca u pilanskoj preradi. Interna studija, Zagreb, 1964.
- [4] BREŽNJAK, M.: Iskorišćenje bukovih pilanskih trupaca kod piljenja na tračnoj pili i jarmači. Zavod za tehnologiju drva, Sumarski fakultet, Zagreb, Sažetak disertacije, 1967.
- [5] BREŽNJAK, M.: Mogućnosti povećanja vrijednosnog iskorišćenja sirovine u proizvodnji masivnog drva u pilanskoj proizvodnji. Predavanje u centru za stručno obrazovanje. Slavonski Brod, 1973.
- [6] BUTKOVIĆ, Đ.: Grafički prikaz iskorišćenja po pojedinim debljinskim podrazredima jelovih pilanskih trupaca. Delnice, pilana Lučice, 1974.
- [7] BUTKOVIĆ, Đ.: Piljenje jelovih trupaca u cijelo i prizmiranjem, Magistarska radnja, Sum. fakultet Zagreb, 1978.
- [8] COP, B.: Struktura iskorišćenja bukovine u pilanskoj preradi. Modernizacija piljenja lišćara, Institut za drvo, Zagreb, 1963.
- [9] HARPOLE, B. G., HALLOCK, H.: Investment opportunity best opening face sawing. For. prod. lab., US department of agriculture, Madison, 1977.
- [10] KNEZEVIĆ, M.: Racionalna prerada drveta na gateru. Institut za ispitivanje materijala NR Srbije, Odeljenje za drvo, Br. 8, Beograd, 1956.
- [11] PALOVIC, J.: Nova pilarska tehnologija ihličnatych drevin. Str. 128—130 i 162, Bratislava, 1967.
- [12] PAVLIC, I.: Statistička teorija i primjena. Tehnička knjiga, Zagreb, 1970.
- [13] PNEVMATICOS, S. M., DRESS, P. E., STOCKER, F. R.: Log and sawing simulation through computer graphics. For. prod. journal, vol. 24, No. 3, str. 53—55, 1974.
- [14] PRKA, T.: Iskorišćenje sirovine u pilanskoj preradi drva Drvna ind. broj 7—8, vol. 26, str. 147—157, 1973.
- [15] RICHARDS, D. B.: Hardwood lumber yield by various simulated sawing methods. For. prod. journal, vol. 23, No. 10, str. 50—58, 1973.

Recenzent:

Prof. dr M. Brešnjak