

Piljene hrastovine paralelno s osovinom i paralelno s izvodnicom trupaca*

Sažetak

U istraživanjima se željelo usporediti dva načina piljenja hrastovih pilanskih trupaca na tračnim pilama: piljenje paralelno s osovinom trupca i piljenje paralelno s izvodnicom trupca. Uzorci za istraživanja sadržavali su po 50 kom. trupaca za pokusna piljenja. Odgovarajuća mjerenja obavljena su za vrijeme pokusnih piljenja, neposredno nakon piljenja, te nakon prirodnog sušenja proizvedenih piljenica, koje su namijenjene za dalju preradu u drvene elemente. Najveće značenje dano je analizi iskorišćenja za dva spomenuta načina raspiljivanja trupaca. Istraživanja su pokazala sljedeće:

— Kvantitativno, kvalitativno i vrijednosno iskorišćenje trupaca ispiljenih spomenutim načinima ne razlikuje se statistički značajno.

— Vrijeme potrebno za namještanje, te za piljenje i okretanje trupaca na tračnoj pili značajno je veće kod piljenja paralelno s izvodnicom trupaca.

— Nema značajnih razlika u veličini raspuklina koje nastaju u toku sušenja piljenica ispiljenih jednim ili drugim načinom.

— Prosječna širina piljenica ispiljenih iz trupaca metodom paralelno s izvodnicom značajno je veća.

— Bilo bi korisno sprovesti dalja istraživanja na području spomenuta dva različita načina piljenja hrastovih trupaca.

KLJUČNE RIJEČI: Iskorišćenje hrastovih pilanskih trupaca — piljenje paralelno s osovinom — piljenje paralelno s izvodnicom

SAWING OF OAK LOGS PARALLEL TO BARK AND PARALLEL TO PITH

Summary

Researches have been carried on with the aim to compare the two methods of sawing oak logs on band saws: sawing parallel to pith and taper sawing (sawing parallel to bark). Testing samples consisted of 50 logs for each method of sawing. An adequate measuring has been performed immediately after sawing and after seasoning of unedged boards which are intended for further conversion into dimension stock. Particular significance has been given to analysis of recovery of logs sawn by these two methods. Researches have given the following results:

- quality, quantity and value recovery of logs sawn up in mentioned methods statistically show an insignificant difference;
- time necessary for setting, sawing and turning logs on the band saw is significantly longer in sawing parallel to pith;
- there is an insignificant difference in size of cracks occurring during seasoning of boards by any of the two methods;
- average width of boards obtained from logs by taper sawing is significantly larger;
- it would be useful to continue with the researches in the field of these two different methods of sawing oak logs.

Key words:

Recovery of oak logs — Parallel to pith sawing — Taper sawing.

1. UVOD

Svi pokusi na izradi ove studije obavljeni su u kombinatu »Bilo-Kalnik« Koprivnica, OOUR-a Mehanička prerada drva, u Đurđevcu, gdje se prerada vrši u dvije faze: u primarnoj pilani i sekundarnoj pilani.

* Mr Nevenko Petruša, dipl. inž.

Kombinat »Bilo-Kalnik«, Koprivnica.

Članak je sažeta magistarska radnja autora

U primarnoj pilani obavlja se piljenje na dvije tračne pile trupčare i jednoj rastružnoj pili, te prečnoj pili za prikračivanje piljenica. Prerađuje se većinom bukovina, hrastovina, te ostale tvrde i meke listače. U primarnoj pilani trupci se pile u cijelo, tj. paralelno s osovinom trupca.

U doradnoj pilani prerađuje se doradna građa, prosušena na stovarištu piljene građe ili u pred-sušionicama (u posljednje vrijeme). Ovaj pogon oslanja se na vlastitu sirovinu, tj. sirovinu s područja Šumskog gospodarstva Koprivnica, a to su šume područja Koprivnice i Đurđevca.

2. ZADATAK ISTRAŽIVANJA

Na osnovi dosadašnje prerade u pilani i analize literature, postavljen je i zadatak istraživanja: načini piljenja trupaca hrastovine, tj. piljenje hrastovine paralelno s osovinom i paralelno s izvodnicom trupca.

2.1. Cilj istraživanja

Cilj ovih istraživanja bio je utvrditi razlike između piljenja, a također i specifičnosti piljenja hrastovih trupaca paralelno s osovinom i paralelno s izvodnicom trupca (sl. 1). Crtež na sl. 1, prikazuje osnovne postavke jednog i drugog načina piljenja.

Prvi način, tj. piljenje paralelno s osi trupca, uobičajeno je piljenje kod nas, pa također i u pilani u Đurđevcu.

2.2. Objekti istraživanja

U ovom radu pažnja je posvećena slijedećim objektima istraživanja:

- kvantitativno iskorišćenje trupca,
- kvalitativno iskorišćenje trupca (nakon piljenja i nakon prirodnog sušenja u trajanju od 10 tjedana)
- vrijednosno iskorišćenje,
- dimenzije piljenica,
- vrijeme piljenja.

Kvantitativno iskorišćenje trupaca istraživano je za trupce piljene paralelno s osovinom plašta i paralelno s izvodnicom trupca, prije i nakon prirodnog sušenja.

Kvalitativno i vrijednosno iskorišćenje utvrđeno je također nakon piljenja, te nakon prirodnog sušenja. Izračunani su i koeficijenti vrijednosnog, kvalitativnog i kvantitativnog iskorišćenja za svaki pojedini trupac, te statistički obrađene razlike.

Dimenzije piljenica utvrđene su nakon piljenja i nakon prirodnog sušenja, te statistički obrađene. Također je i vrijeme piljenja utvrđivano za svaku vrstu piljenja, tj. za piljenje paralelno s osi trupca i piljenje paralelno s izvodnicom trupca.

2.3. Opseg istraživanja

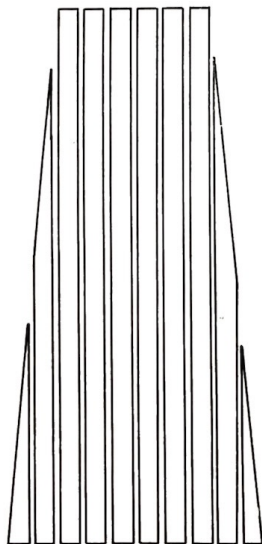
Odabrani su hrastovi trupci I klase, reprezentativnog debljinskog podrazreda 30—40 cm i reprezentativne dužine 2,50—3,00 m. U nekim slučajevima nije kvaliteta trupca bila posve adekvatna propisima JUS-a.

50 komada trupca u jednoj grupi i 50 komada trupca u drugoj grupi pripremljeni su za piljenje, uz pretpostavku da je to dovoljno reprezentativni uzorak, imajući u vidu cilj ove radnje. Prva grupa od 50 komada trupca piljena je paralelno s osovinom trupca, a drugih 50 komada piljeno je paralelno s izvodnicom trupca.

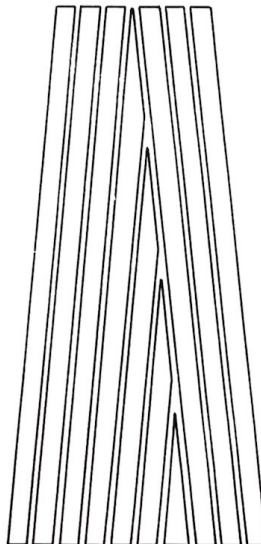
Izrađivane su bile samo neokrajčene piljenice i samice dužine od 2 m i više, te piljenice od 0,5—1,95 m, koje su označene kao kratice. Minimalna širina kratice je 10 cm, a samica 15 cm.

PILJENJE TRUPCA

paralelno s osovinom



paralelno s izvodnicom



Slika 1. —

Piljenice koje se ne mogu razvrstati ni u jednu klasu, pa tako niti uračunati u ukupno iskorišćenje, ali se ipak mogu upotrijebiti kao materijal za pakiranje i slično, označene su s »0«.

Trupci su prerađivani na tračnim pilama trupčarama i na rastružnoj pili. Na rastružnoj pili prerađivani su okorci i centralni ostatak. Piljenice su doradivane na prečnoj kružnoj pili »Paul«, a sortiranje istih obavljeno je na sortireru piljene građe, po klasama, za svaki trupac posebno.

3. METODIKA EKSPERIMENTALNOG RADA

Piljenje je vršeno u jednom danu, u dvije grupe od po 50 hrastovih trupaca. Trupci su bili detaljno opisani. Opisano je sve ono što se smatralo da bi moglo utjecati na kvalitetu piljenica koje će biti ispljene iz tih trupaca. Prosječne vrijednosti pojedinih karakteristika trupaca iskazane su u tablici 1.

TABLICA 1. KARAKTERISTIKE TRUPACA ISPLJENIH U POKUSNIM PILJENJIMA

NA BAZI 50 KOM. TRUPACA ZA SVAKU VRSTU PILJENJA		PILJENJE PARALELNO S OSOVNI- NOM TRUPCA	PILJENJE PARALELNO S IZVODNI- COM TRUPCA
1.	PROSJEČNA DUŽ. TRUPCA	268 cm	275 cm
2.	PROSJEČNI PROMJER NA TANJEM KRAJU	30 cm	31 cm
3.	PROSJEČNI PROMJER NA DEBLJEM KRAJU	34 cm	37 cm
4.	PROSJEČNI SREDNJI PROMJER	31 cm	32 cm
5.	PROSJEČNA ŠIRINA BJELIKE	21 mm	20 mm
6.	PROSJEČNA DEBLJINA KORE	8 mm	9 mm
7.	PROSJEČNI BROJ SLJEPIKA	1,5 kom.	2,4 kom.
8.	PROSJEČNI BROJ KVRGA	1,3 kom.	1,2 kom.
9.	PROSJEČNI PROMJER KVRGA	19,9 mm	30,0 mm
10.	PROSJEČNI VOLUMEN TRUPCA	0,20 m ³	0,22 m ³
11.	PROSJEČNI PAD PROMJERA	4,9 cm	5,5 cm

Jedna i druga skupina trupaca piljena je istim strojevima. Piljenje su obavljali isti radnici, koji su se prije početka piljenja bili detaljno upoznali s načinom piljenja i čitavim poslom koji se trebao obaviti. Klasiranje piljene građe vršeno je odmah nakon piljenja. Nakon 10 tjedna prirodnog sušenja obavljeno je drugo klasiranje s istim radnicima, sa željom da kriterij sortiranja u oba slučaja bude što ujednačeniji. Svaka piljenica obilježena je rednim brojem redoslijeda piljenja, tako da su prije klasiranja kompletirane piljenice po trupcima. Piljenice su obilježene i brojem trupca.

Kvaliteta je ocjenjivana po kriteriju kakav je uobičajen kod preuzimanja piljenica za izvoz u Italiju. Kvalitetna piljenica ocjenjivana je po sli-

jedećim klasama: I, II, M, III, IV, Dorada, Kratice i »O«.

I — IV klasa su klase kvalitete komercijalne robe, tj. piljenica koje se mogu plasirati na tržište (vanjsko ili domaće). Takve samice mjerene su, kako je spomenuto, u dužini od 2,00 m i više i u širini od 15 cm i više. Klasa IV je interna klasa.

Piljena građa kvalitete »dorada« je građa u dužini 2 m i više i širini 10 cm i više, ali takve kvalitete da se piljenica mora prerađivati u doradnoj pilani u elemente različitih dimenzija, nakon prirodnog sušenja. Isto je tako i s kvalitetom »kratice«, samo što je ona u dužini 0,5 m — 1,95 m i širini od 10 cm i više.

Kod piljenja paralelno s osi trupca, kratica nastaje kao postrani materijal, a kod piljenja paralelno s izvodnicom trupca piljenjem na rastružnoj tračnoj pili centralnog dijela tako zvanog »klinac«.

Razdoblje u kojem je trajalo prirodno sušenje vremenski baš nije bilo najpovoljnije zbog magle, te kišnog perioda u trajanju od 9 dana. Smanjenje iskorišćenja pojavilo se zbog potrebe bonifikacije, a u vezi s raspuklinama, dekoloracijom, pojavom trule bjeljike i u manjoj mjeri truleži. Raspukline su se pojavile kod onih piljenica koje su bile u vanjskim dijelovima složaja, zbog većeg utjecaja promjene vremena. Kod piljenica koje su bile više u sredini, pojavile su se mrlje (dekoloracija), te trulež. Raspukline su mjerene na svakoj piljenici prije i nakon prirodnog sušenja. Utvrđeno je da je broj piljenica s raspuklinama prije i nakon prirodnog sušenja bio različit. To je normalno, jer su se neke raspukline pojavile i na onim piljenicama na kojima ih prije nije bilo.

Kod prosječnih dužina i prosječnih širina također je primijećena razlika prije i poslije sušenja. Do te pojave došlo je zbog grešaka koje su se pojavile za vrijeme sušenja. Kod osnovnog sortiranja, piljenica je morala biti prekrojena, te je iz jedne piljenice, dužine na primjer 2,80 m, izrađena piljenica od 2,10 m i piljenica, tj. kratica od 0,50 m.

4. OBRAČUN ISKORIŠĆENJA

U tablici 2. prikazani su rezultati piljenja hrastovih trupaca piljenih paralelno s osovinom trupca na dan piljenja i nakon prirodnog sušenja na stovarištu piljene građe. U tablici 3. prikazani su rezultati piljenja hrastovih trupaca piljenih paralelno s izvodnicom plašta na dan piljenja i nakon prirodnog sušenja na stovarištu piljene građe.

Kod piljenja paralelno s izvodnicom trupca, pojavljuje se I i II klasa piljenica. Kod piljenja paralelno s osi trupca ne pojavljuje se ni I ni II klasa. Ista je situacija kod mjerenja prije prirodnog sušenja i nakon prirodnog sušenja. Ipak je prosječni koeficijent kvalitete, koeficijent kvantitativnog iskorišćenja, te koeficijent vrijednosnog

TABLICA 2. SUMARNI REZULTATI PILJENJA HRASTOVIH TRUPACA PARALELNO S OSOVINOM TRUPCA

Rezultati mjerenja na dan piljenja

50 trupaca	Piljena gradja	Iskorišćenje	Klasa piljene gradje	
			M	M
10,21 m ³	6,01 m ³	58,86% (bez "0")	M = 0,281 m ³	M = 4,68%
			III = 2,061 m ³	III = 34,29%
			Dorada = 3,415 m ³	Dorada = 56,82%
			Kratica = 0,253 m ³	Kratica = 4,21%
		62,41% (sa "0")	6,010 m ³	100,00%

Rezultati mjerenja nakon prirodnog sušenja na stovarištu piljene gradje

50 trupaca	Piljena gradja	Iskorišćenje	Klasa piljene gradje	
			M	M
10,21 m ³	5,708 m ³	55,90% (bez "0")	M = 0,048 m ³	M = 0,85%
			III = 1,224 m ³	III = 21,44%
			Dorada = 4,187 m ³	Dorada = 73,35%
			Kratica = 0,249 m ³	Kratica = 4,36%
		59,25% (sa "0")	5,708 m ³	100,00%

TABLICA 3. SUMARNI REZULTATI PILJENJA HRASTOVIH TRUPACA PARALELNO S IZVODNICOM TRUPCA

Rezultati mjerenja na dan piljenja

50 trupaca	Piljena gradja	Iskorišćenje	Klasa piljene gradje			
			I	II	M	III
11,18 m ³	6,570 m ³	58,77% (bez "0")	I = 0,069 m ³	II = 0,058 m ³	M = 0,274 m ³	III = 1,724 m ³
			II = 0,058 m ³	III = 1,724 m ³	IV = 0,024 m ³	Dorada = 3,990 m ³
			M = 0,274 m ³	IV = 0,024 m ³	Kratica = 0,431 m ³	Kratica = 6,56%
			III = 1,724 m ³	Dorada = 60,73%		
			IV = 0,024 m ³			
			Dorada = 3,990 m ³			
		61,05% (sa "0")	6,570 m ³	100,00%		

Rezultati mjerenja nakon prirodnog sušenja na stovarištu piljene gradje

50 trupaca	Piljena gradja	Iskorišćenje	Klasa piljene gradje			
			I	II	M	III
11,18 m ³	6,091 m ³	54,48% (bez "0")	I = 0,045 m ³	II = 0,017 m ³	M = 0,076 m ³	III = 0,941 m ³
			II = 0,017 m ³	III = 0,941 m ³	IV = 0,024 m ³	Dorada = 4,461 m ³
			M = 0,076 m ³	IV = 0,024 m ³	Kratica = 0,527 m ³	Kratica = 8,65%
			III = 0,941 m ³	Dorada = 73,24%		
			IV = 0,024 m ³			
			Dorada = 4,461 m ³			
		56,67% (sa "0")	6,091 m ³	100,00%		

iskorišćenja veći kod piljenja paralelno s osi trupca od istih koeficijenata kod piljenja paralelno s izvodnicom trupca (tablica 4).

Da bi se što bolje objasnili dobiveni podaci, provedeni su odgovarajući statistički testovi [16].

4.1. Rezultati statističke obrade

Prosječni koeficijent kvalitete, koeficijent kvantitativnog-iskorišćenja, koeficijent vrijednosnog is-

korišćenja, vrijeme postavljanja trupca, vrijeme piljenja i okretanja trupca, promjer kvrga, broj sljepica, dužina raspuklina, širina piljenica nakon prirodnog sušenja (posebno kratica, a posebno dugih piljenica) testirani su na osnovi podataka za svaki pojedini trupac, odnosno piljenicu. Za testiranje dobivenih razlika primijenjen je t-test [16].

Ukoliko su rezultati testiranja veći od 0, a manji od 1,96, testirane veličine ne razlikuju se signifikantno. Ako su rezultati veći od 1,96, a manji od 2,576, onda je razlika signifikantna, a ako su rezultati veći od 2,576, onda je razlika visoko signifikantna.

Rezultati t — testa pokazuju slijedeće:

1. Prosječni koeficijent kvalitete piljenica nakon prirodnog sušenja:

$t = (0,4812)$ manje od 1,96 — ne razlikuje se signifikantno.

2. Koeficijent kvantitativnog iskorišćenja nakon prirodnog sušenja:

$t = (1,1856)$ manje od 1,96 — ne razlikuje se signifikantno.

3. Koeficijenti vrijednosnog iskorišćenja nakon prirodnog sušenja:

$t = (0,8645)$ manje od 1,96 — ne razlikuju se signifikantno.

4. Vrijeme postavljanja trupca:

$t = (8,6)$ veće od 2,576 — razlikuje se visoko signifikantno.

5. Vrijeme piljenja i okretanja trupca:

$t = (11,41)$ veće od 2,576 — razlikuje se visoko signifikantno.

6. Promjer kvrga:

$t = (2,213)$ manje od 2,576 — razlikuje se signifikantno.

7. Broj sljepica:

$t = (2,574)$ manje od 2,576 — razlikuje se signifikantno.

8. Dužina raspuklina nakon prirodnog sušenja:

$t = (0,739)$ manje od 1,96 — ne razlikuje se signifikantno.

9. Širina piljenica nakon prirodnog sušenja: (kratica: 0,50 — 1,95 m):

$t = (6,535)$ veće od 2,576 — razlikuje se visoko signifikantno.

10. Širina piljenica nakon prirodnog sušenja: (normalna građa od 2 m i više):

$t = (2,903)$ veće od 2,576 — razlikuje se visoko signifikantno.

TABLICA 4. PILJENJE PARALELNO S OSOVINOM

Rezultati mjerenja nakon prirodnog sušenja na stovarištu piljene gradje

Rezultati mjerenja na dan piljenja

Prosječni koeficijent kvalitete	Koeficijent kvantitativnog iskorišćenja	Koeficijent vrijednosnog iskorišćenja	Prosječni koeficijent kvalitete	Koeficijent kvantitativnog iskorišćenja	Koeficijent vrijednosnog iskorišćenja
0,541	0,624	0,338	0,483	0,593	0,286

Rezultati mjerenja nakon prirodnog sušenja na stovarištu piljene gradje

Rezultati mjerenja na dan piljenja

Prosječni koeficijent kvalitete	Koeficijent kvantitativnog iskorišćenja	Koeficijent vrijednosnog iskorišćenja	Prosječni koeficijent kvalitete	Koeficijent kvantitativnog iskorišćenja	Koeficijent vrijednosnog iskorišćenja
0,529	0,610	0,323	0,475	0,566	0,269

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Na osnovi istraživanja i provedenih testova može se utvrditi da se dužina raspuklina piljenica, te prosječni koeficijent kvalitete, koeficijent kvantitativnog iskorišćenja i koeficijent vrijednosnog iskorišćenja ne razlikuju signifikantno, bilo da su piljenja vršena paralelno s osi trupca bilo paralelno s izvodnicom trupca. Naprotiv, vremena postavljanja trupaca, vremena piljenja i okretanja trupaca, te širina piljenica visoko se signifikantno razlikuju.

Broj sljepica i promjer kvrga koje su nađene u dvije grupe trupaca, koji su piljeni različitim načinima, razlikuju se signifikantno. Može se pretpostaviti da bi koeficijenti kod piljenja paralelno s izvodnicom trupca bili povoljniji da kvрге i sljepice kod ovog načina piljenja nisu signifikantno veće.

Širina piljenica je kod piljenja paralelno s izvodnicom trupca visoko signifikantno povoljnija od širine piljenica kod piljenja paralelno s osi trupca, dok se dužine raspuklina ne razlikuju signifikantno.

Na piljenje trupaca paralelno s izvodnicom utrošeno je više vremena.

Prikaz rezultata t-testa pregledno je dan u tablici 5.

6. DISKUSIJA

Pri komentaru dobivenih rezultata istraživanja treba imati u vidu da se, pored svega nastojanja,

nije u potpunosti uspjelo izjednačiti kvalitetu dviju grupa trupaca za pokusna piljenja, tj. da su trupci ispiljeni paralelno s izvodnicom bili nešto lošiji. Naravno, pitanje je da li bi, i uz posve izjednačenu kvalitetu trupaca (veći broj trupaca u uzorku za pokusno piljenje), rezultati bili bitno

TABLICA 5. PREGLED REZULTATA T-TESTA ISPITIVANIH RAZLIKA PILJENJA PARALELNO S OSI I PARALELNO S IZVODNICOM TRUPCA

TESTIRANO		REZULTATI T-TESTA	
1.	PROSJEČNI KOEFICIJENT KVALITETE	-	
2.	KOEFICIJENT KVANTITATIVNOG ISKORIŠĆENJA	-	
3.	KOEFICIJENT VRIJEDNOSNOG ISKORIŠĆENJA	-	
4.	VRIJEME POSTAVLJANJA TRUPCA		++
5.	VRIJEME OKRETANJA I PILJENJA TRUPCA		++
6.	PROMJER KVARGA	+	
7.	BROJ SLJEPICA	+	
8.	DUŽINA RASPUKLINA	-	
9.	ŠIRINA PILJENICA (KRATICA)		++
10.	ŠIRINA PILJENICA (SAMIĆE)		++

TUMAČ OZNAKA: (-) ... ne razlikuje se signifikantno
(+) ... razlikuje se signifikantno
(++) ... razlikuje se visoko signifikantno

drugačiji. Pri tom treba imati u vidu da su i neka druga analogna istraživanja, doduše uz druge uvjete piljenja (razne vrste drva, različiti načini piljenja itd.), dala rezultate koji su dali nekad veće količinsko iskorišćenje uz piljenje paralelno s izvodnicom trupca [9; 11; 12 i drugi izvori]. Sigurno je da je kvaliteta piljenica dobivenih piljenjem paralelno s izvodnicom trupca bolja — ako je neprepiljivanje vlaknaca od posebnog značenja za kvalitetu (čvrstoću) piljenice.

Bilo bi korisno dalje izučavati ovu problematiku, uz veće uzorke, te uz druge modificirane načine piljenja paralelno s izvodnicom trupca. Rezultate ovog rada, zbog njegova ograničenog opsega, nije moguće široko uopćiti, ali oni mogu korisno poslužiti kao rijentacija za praksu, te za dalja istraživanja na području različitih načina piljenja.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovi provednih istraživanja u ovoj radnji, gdje je uspoređivano piljenje paralelno s osi i paralelno s izvodnicom trupca, proizlaze slijedeći zaključci:

1. Prosječni koeficijenti kvalitete piljenica ne razlikuju se.
2. Koeficijenti kvantitativnog iskorišćenja trupaca ne razlikuju se.
3. Koeficijenti vrijednosnog iskorišćenja trupaca ne razlikuju se.
4. Vrijeme postavljanja trupaca razlikuje se visoko signifikantno. Veće vrijeme utrošeno je za postavljanje trupaca kod piljenja paralelno s izvodnicom trupca.
5. Vremena piljenja i okretanja trupca razlikuju se visoko signifikantno.
6. Dužine raspuklina kod piljenica ne razlikuju se signifikantno.
7. Širina piljenica — kratica bila je veća kod piljenja paralelno s izvodnicom plašta.
8. Širina piljenica — samica bila je također veća kod piljenja paralelno s izvodnicom trupca.

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da se koeficijenti iskorišćenja signifikantno ne razlikuju, što znači da ne možemo sa sigurnošću tvrditi koji

je način piljenja — s obzirom na iskorišćenje trupaca — bolji. Rezultati ovih istraživanja vrijede točno samo za uvjete pod kojima su vršena ova pokusna piljenja i ne mogu se široko uopćiti.

LITERATURA

1. BREŽNJAK, M.: Analiza elemenata koji utječu na iskorišćenje pilanskih trupaca, Katedra za tehnologiju drva, Šum. fak. Zagreb. Interna studija. (1963).
2. BREŽNJAK, M.: Primjer obračuna kvantitativnog, kvalitativnog i vrijednosnog iskorišćenja zadane količine trupaca. Katedra za tehnologiju drva, Šum. fak. Zagreb. Interna studija. (1964).
3. BREŽNJAK, M.: Razmatranja o utrošku vremena i efektu kod piljenja u cijelo i prizmiranja. Katedra za tehnologiju drva, Šum. fak. Zagreb. Interna studija. (1964).
4. BREŽNJAK, M.: O kvaliteti piljenja na primarnim pilanskim strojevima. Drvna ind. 17 (11/12): 170 — 179. (1966).
5. BREŽNJAK, M.: Kvaliteta piljenja na suvremenim pilanskim strojevima. Šumarski fakultet, Drvarski simpozij, Zagreb (1971).
6. BREŽNJAK, M., HERAK, V.: Kvaliteta piljenja na suvremenim primarnim pilanskim strojevima. Drvna ind. 21 (1/2): 2—13. (1970).
7. HALLOCK, H., MALCOLM, F. B.: Effects of three sawing methods on warp of hard maple dimension cuttings. For. Prod. J. (22) 4; 57—60. (1972).
8. HALLOCK, H., MALCOLM, F. B.: Sawing to reduce warp in plantation red pine studs. For. Prod. Madison. (1972).
9. MAUM, K. W.: A comparison between two methods of log conversion. Supplement to Timber Trades Journal 25. Oct.: 22—24. (1969).
10. RICHARDS, D. B.: Hardwood lumber yield by various simulated sawing methods. For. Prod. J. (23) 10 53—58. (1973).
11. SIMMONS, F. C.: Upgrading the products of hardwood sawmilling practices pay. St. Lumberm. 200 (2499): 31—36; 36—38. (1960).
12. TELFORD, C. J.: Effect of taper sawing and long turning. Jour. For. Prod. Res. Soc. 1(1); 36—38. (1951).
13. ZUBČEVIĆ, R.: Položaj osovine trupca prema ravni reza na tračnim pilama trupčarama. Izvod iz »Pregleda« (1) (1972).
14. —: Mode de debit. Cahiers der Centre technique du bois No. 17; 11. (1956).
15. —: Odgovorajući propisi JUS-a.
16. PAVLIĆ, I.: Statistička teorija i primjena. Tehnička knjiga, Zagreb. (1971).

Recenzent:

Prof. dr Marijan BREŽNJAK, dipl. ing.