

Utjecaj nekih načina raspiljivanja trupaca jele/smreke na iskorištenje u primarnoj preradi

INFLUENCE OF THE SAWING METHOD ON YIELDS IN FIR/SPRUCE LOG MILLING

Izv. prof. dr. sc. **Jurica Butković**
Šumarski fakultet Zagreb

UDK 630*822.1:835.15

Prispjelo: 14. 9. 1993.
Prihvaćeno: 03. 11. 1993

Izvorni znanstveni rad

Sažetak

Uspješnost pilanske prerade, između ostaloga, očituje se i u primjeni različitih metoda prerade trupaca. Svako od njih cilj je postizanje što veće količine i što bolje kvalitete piljene građe. U današnjim uvjetima nabave sve lošijih trupaca osobito je važna umješnost pilanskih tehnologa: kako i na koji način proizvesti zadovoljavajuću kvalitetu piljene građe koja se može iskoristiti u drvnoindustrijskoj finalnoj preradi. Ovo je istraživanje prilog rješavanju problema u postizanju bolje kvalitete građe u pilanskoj preradi jele odnosno smreke. U istraživanjima se pokazalo da je kružno piljenje paralelno s plaštem trupca najpovoljnije, jer se njime postiže najveće vrijednosno iskorištenje. Na grafikonima je vidljivo da su kvantitativna iskorištenja približno jednaka, a kvalitativna i vrijednosna ne pokazuju bitnije razlike pri različitim načinima piljenja.

Ključne riječi: metode piljenja, jela/smreka, iskorištenje

Summary

The efficiency of the sawmilling process is reflected in the application of various sawmilling methods. Each of these methods aims at yielding a maximal quantity and quality of sawn lumber. In present situation in which sawmills are supplied with logs of ever decreasing quality, the ingenuity of sawmilling technologists becomes very important: the issue is how and by which methods to produce the lumber of sufficient quality so that it can be used in the production of final wood products. This investigation is a contribution to combating the problem of enhancing the quality of sawn fir/spruce lumber. The results show circular sawing parallel to the log generating line to be the most appropriate as it enables the highest value yield. The graphs show that the quantitative yield for all five sawing methods is nearly the same, while the qualitative and the value yields can differ significantly.

Key words: sawing methods, fir/spruce, yield

UVOD

Istraživanje može poslužiti kao jedan od priloga poboljšanju uspješnosti pilanske prerade. Opskrba pilana sirovinom velik je problem s obzirom na mnoštvo pilana, uz činjenicu da kvaliteta trupaca već dugo godina bilježi znatan pad. Eventualno poboljšanje pilanske sirovine ne može se nazrijeti u skoroj budućnosti (što nije samo slučaj u nas), pa stoga tehnologima preostaje što bolje iskoristiti sirovinu. Načini piljenja o kojima ćemo pisati, nisu jedini pokazatelji uspješnosti primarne pilanske tehnologije te se zato pozornost treba pridati i drugim čimbenicima, primjerice kvaliteti piljenja, alatima, kvaliteti piljene površine, modernijim strojevima i uređajima, kontroli proizvodnje računalom, korektnom određivanju rasporeda pila računalnom tehnikom itd.

Razne metode piljenja koje se relativno jednostavno mogu primjeniti u pilanama daju različite učinke pa je stoga i načinjen ovaj pokus u jednoj pilani jelovine s tračnim pilama (trupčara i rastržna pila). Promatrano je pet različitih metoda raspiljivanja trupaca:

OZNAKA I OPIS METODA PILJENJA
KORIŠTENIH U EKSPERIMENTU
CODES AND DESCRIPTION OF THE SAWING
METHODS USED IN EXPERIMENT

Tablica 1.
Table 1

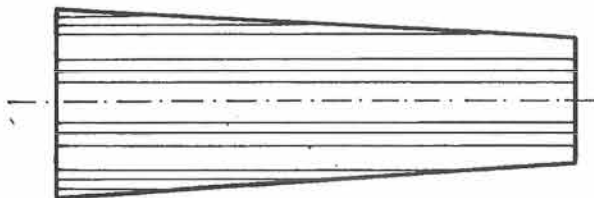
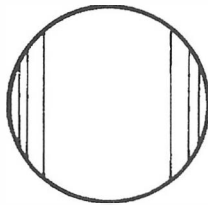
Oznaka Code	Način piljenja korišten u pokusu Sawing method used in experiment
P I .	Prizmiranje paralelno sa osi trupca Cant sawing parallel to log axes
P II .	Prizmiranje paralelno sa izvodnicom trupca Cant sawing parallel to log generating line
P III .	Prizmiranje paralelno sa četiri dijametralno suprotne izvodnice Cant sawing parallel to four diametrically opposite generating lines
P IV .	Prizmiranje paralelno sa osi trupca - izrada kvalitetnijih piljenica radijalne teksture Cant sawing parallel to log axes - production of quarter-sawn boards of higher quality
P V .	Kružno piljenje paralelno sa četiri dijametralno suprotne izvodnice - izrada piljenica radijalne teksture Circular sawing parallel to four diametrically opposite generating lines - production of quarter-sawn boards

CILJ ISTRAŽIVANJA

Sirovina koja se danas upotrebljava za preradu u pilani relativno je loše kvalitete (pretežno treća klasa trupaca). Dio trupca je oko srčike obično raspucano, te je piljena građa dobivena iz tog dijela najlošije kvalitete. Stoga se određenim metodama piljenja taj dio trupca dimenzijama piljenja nastojao pretvoriti u najmanje vrijedne piljenice (kratka piljena građa). Prva metoda piljenja - prizmiranje paralelno s osi trupca način je prerade u toj pilani koji se isključivo i primjenjuje, a ostale su četiri metode piljenja uvedene radi eksperimenta i trebale su pokazati je li prva metoda opravdana ili nije.

METODA RADA

Trupci upotrijebljeni u eksperimentu nisu posebno odabirani jer su se nastojali dobiti mjerni rezultati na sirovini koja je stvarno najzastupljenija u toj pilani. Promjeri trupaca koji se prerađuju na liniji tračnih pila imaju srednji promjer veći od 55 cm, a duljinu 4 odnosno 5 m. Pri prvom načinu piljenja prizmiranjem paralelno s osi trupca kratka se piljena građa izrađuje od dijelova trupca najbolje kvalitete. Time se dobije manje vrijedna građa od boljih dijelova trupaca, a središnje piljenice daju građu normalne duljine (3 m) i vredniju, ali lošije kvalitete jer se proizvodi od dijelova trupaca oko zone srca (10, 11).

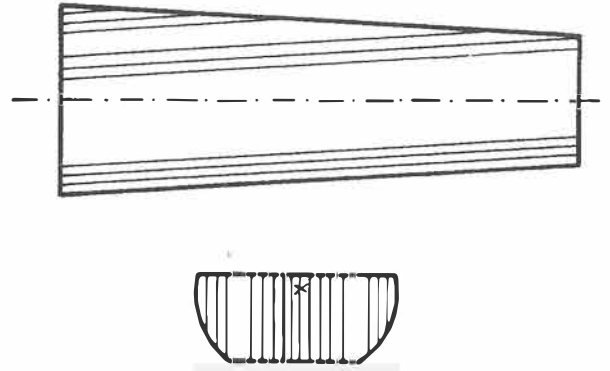


Sl. 1. Shematski prikaz prizmiranja paralelno s osi trupca

Fig. 1. Schematic diagram of cant sawing parallel to log axes

Ostalim metodama piljenja trupaca kratka se piljena građa nastoji proizvesti od lošijeg dijela trupca (dio oko srca), a građu normalne duljine od boljih dijelova (bliže plaštu trupca).

Slika 2. prikazuje metodu piljenja prizmiranjem paralelno s izvodnicom. Dio plašta trupca koji je vizualno izgledao najkvalitetniji bio je orijentiran prema pili i na tom je mjestu počelo otvaranje trupca. Iz tog je dijela dobivena kvalitetnija građa normalne duljine, a lošiji dio trupca na

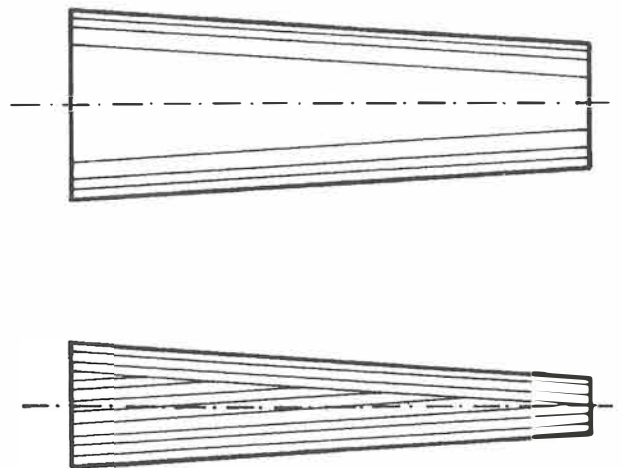


Sl. 2. Shematski prikaz prizmiranja paralelno s izvodnicom trupca

Fig. 2. Schematic diagram of cant sawing parallel to log generating line.

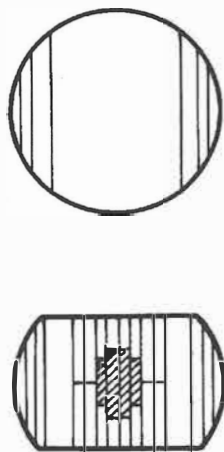
suprotnoj strani ispiljen je u kratku građu. Prizma je raspiljivana u piljenice paralelno s osi trupca.

Trećom je metodom od trupca izrađivana prizma tako da je trupac uvijek piljen paralelno s plaštem. Tako je dobivena prizma s dvije različite visine (sl. 3). Raspiljivanje prizme obavljeno je na jednak način, dakle paralelno s plaštem trupca. Tim su načinom od perifernog dijela trupca napravljene piljenice duljine trupca, a kratka piljena građa izrađena je od njegova središnjega (lošijeg) dijela. Prvim trima načinima prerade izmjereno je po 12 komada trupaca, a četvrtim je i petim načinom izmjereno po 38 trupaca. Četvrtim i petim načinom piljenja trebala se izraditi što veća količina piljenica radijalne teksture. S obzirom na to da se te piljenice u promatranoj pilani izrađuju prema posebnoj narudžbi, bilo je zanimljivo promotriti što veću količinu trupaca pa se stoga pojavila razlika u količinama trupaca. Radijalna se tekstura piljenica izrađivala samo od najkvalitetnijeg drva klase ČPČ, I. i II.



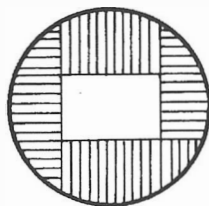
Sl. 3. Shematski prikaz prizmiranja paralelno s četiri diametralno suprotne izvodnice trupca

Fig. 3. Schematic diagram of cant sawing parallel to four diametrically opposite generating lines.



Sl. 4. Shematski prikaz prizmiranja paralelno s osi trupca - izrada kvalitetnijih piljenica radijalne teksture

Fig. 4. Schematic diagram of cant sawing parallel to log axes - production of quarter sawn boards of better quality.



Sl. 5. Shematski prikaz kružnog piljenja paralelno s četiri diametralno suprotne izvodnice trupca - izrada piljenica radijalne teksture

Fig. 5. Schematic diagram of cant sawing parallel to four diametrically opposite generating lines - production of quarter sawn boards.

Četvrta metoda raspiljivanja sastojala se od klasične tehnike piljenja prizmiranjem. Piljenicama određene kvalitete, izrađenim od prizme, uzdužnim je raspiljivanjem uklonjen središnji dio i to stoga što samo određeni dio piljenice udovoljava radijalnoj teksturi. One ujedno sadrže i dio središnjega (lošijeg) dijela trupca koji je uklonjen.

Kružno je piljenje najprikladnija metoda izrade radijalnih piljenica jer se njome izrađuju dijelovi trupca (fličevi) iz kojih je kasnije najlakše ispiliti piljenice radijalne teksture. Raspiljivanje nije obavljeno paralelno s osi trupca nego paralelno s njegovim plaštem. Takvim je načinom piljenja trupca dobivena krnja piramida, iz čijeg je središnjeg dijela ispiljena kratka građa (kao građa najlošije kvalitete).

Iskorištenja su obračunana standardnom metodom koja se primjenjuje u nas (2, 3, 5). Svaka je metoda promatrana zasebno, kao pojedinačni uzorak, i to ispitivanjem

- kvantitativnog iskorištenja (quantity yield) (I_m).
- kvalitativnog iskorištenja (quality yield) (I_k).
- vrijednosnog iskorištenja (value yield) (I_v).

a) Kvantitativno iskorištenje je odnos volumena piljene građe i volumena trupca od kojih je građa dobivena:

$$I_m = \frac{V_p}{V_t}$$

Pritom je:

V_p - volumen piljene građe (sawn board volume)

V_t - volumen trupca (log volume)

b) Kvalitativno iskorištenje je odnos zbroja umnoška volumena ispiljene građe određene kvalitete i pripadajućeg koeficijenta te volumena piljene građe. Koeficijenti vrijednosti označavaju odnos pripadajuće cijene i jedinične cijene (najčešće je najveća cijena izjednačena s jedinicom):

$$I_k = \frac{V_{p1} \cdot k_1 + V_{p2} \cdot k_2 + \dots + V_{pn} \cdot k_n}{V_p}$$

V_{p1-n} - volumen ispiljene građe određene kvalitete (volume of boards of class 1-n)

k_{1-n} - koeficijent kvalitete (quality coefficient).

c) Vrijednosno iskorištenje je umnožak kvantitativnoga i kvalitativnoga iskorištenja:

$$I_v = I_m \cdot I_k$$

Umnožak vrijednosnog iskorištenja i jedinične cijene piljene građe daje prosječnu vrijednost proizvedenih piljenica.

Dimenzije piljenica ispiljene od trupca imale su ove nominalne debljine: 24, 38, 48 i 76 mm. Duljine i širine bile su unutar propisanih normativa.

Piljena građa kojoj klasa kvalitete nije određena normama zbog loše je kvalitete svrstana u težinsku piljenu građu jednakim koeficijentom kvalitete bez obzira na njezinu debljinu. Sva kratka piljena građa također ima jednak koeficijent kvalitete jer se ona u ovoj pilani ne razvrstava po klasama.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja opisanih u prethodnim poglavljima u ovom su dijelu predočeni tablicama. U tablici 1. dani su koeficijenti kvalitete pojedine dimenzije i klase piljene građe. U ostalim tablicama (od

2. do 6) uvršteni su rezultati eksperimenta i pripadajuća iskorištenja. Dijagrami egzaktno pokazuju pojedina iskorištenja za svih pet načina piljenja (sl. 6, 7. i 8).

KOEFIČIJENTI KVALITETE

Tablica 2.

QUALITY COEFFICIENTS

Table 2

Klasa kvalitete Quality grade of boards	Piljena građa dužine 3-4 m (m ³) Sawn timber length 3-4 m (m ³)			
	Debljina piljenica (mm) Board thickness (mm)			
	24	38	48	76
Pilj. rad. tekst. Quarter saxn boards ČPČ,I,II	1	1	1	1
ČPČ,I,II	0.934	1	1	1
III	0.624	0.649	0.649	0.649
IV	0.574	0.537	0.537	0.537
V	0.525	0.486	0.486	0.486
Tež. pilj. građa Commercial lumber out of quality grades	0.268			
Kratka pilj. gr. Short boards	0.439			

STRUKTURA VOLUMNOG ISKORIŠTENJA PRI
PILJENJU PRIZMIRANJEM PARALELNO S OSI
TRUPCA

Tablica 3.

QUANTITY YIELD DISTRIBUTION FOR CANT
SAWING PARALLEL TO LOG AXES

Table 3

Klasa kvalitete Quality grade of boards	Piljena građa dužine 3-4 m (m ³) Sawn timber length 3-4 m (m ³)			
	Debljina piljenica (mm) Board thickness (mm)			
	24	38	48	76
Pilj. rad. tekst. Quarter saxn boards ČPČ,I,II	-	-	-	-
ČPČ,I,II	0.439	1.406	0.634	0.885
III	1.127	1.545	1.375	0.235
IV	0.617	0.185	0.716	0.112
V	0.830	-	0.536	-
Tež. pilj. građa Commercial lumber out of quality grades	0.939	0.55	0.56	-
Σ	3.952	3.191	3.317	1.232
Kratka pilj. gr. Short sawn boards	0.564			

$V_t = 16.87 \text{ m}^3$
 $V_p = 12.256 \text{ m}^3$
 $I_m = 0.7265$
 $I_k = 0.6698$
 $I_v = 0.4866$

STRUKTURA VOLUMNOG ISKORIŠTENJA
PRI PILJENJU PRIZMIRANJEM PARALELNO S
IZVODNICOM TRUPCA

Tablica 4.

QUANTITY YIELD DISTRIBUTION FOR CANT
SAWING PARALLEL TO LOG GENERATING LINE

Table 4

Klasa kvalitete Quality grade of boards	Piljena građa dužine 3-4 m (m ³) Sawn timber length 3-4 m (m ³)			
	Debljina piljenica (mm) Board thickness (mm)			
	24	38	48	76
Pilj. rad. tekst. Quarter saxn boards ČPČ,I,II	-	-	-	-
ČPČ,I,II	0.172	0.434	0.487	0.423
III	0.157	0.233	0.739	0.309
IV	0.670	-	1.858	0.810
V	1.638	0.056	0.833	-
Tež. pilj. građa Commercial lumber out of quality grades	0.668	-	0.071	-
Σ	3.305	0.723	3.988	1.542
Kratka pilj. gr. Short sawn boards	1.159			

$V_t = 15.05 \text{ m}^3$
 $V_p = 10.717 \text{ m}^3$
 $I_m = 0.7121$
 $I_k = 0.5647$
 $I_v = 0.4021$

STRUKTURA VOLUMNOG ISKORIŠTENJA
PRI PILJENJU PRIZMIRANJEM PARALELNO S
ČETIRI DIJAMETRALNO SUPROTNE
IZVODNICE TRUPCA

Tablica 5.

QUANTITY YIELD DISTRIBUTION FOR CANT
SAWING PARALLEL TO FOUR DIAMETRI-
CALLY OPPOSITE GENERATING LINES

Table 5

Klasa kvalitete Quality grade of boards	Piljena građa dužine 3-4 m (m ³) Sawn timber length 3-4 m (m ³)			
	Debljina piljenica (mm) Board thickness (mm)			
	24	38	48	76
Pilj. rad. tekst. Quarter saxn boards ČPČ,I,II	-	-	-	-
ČPČ,I,II	0.049	0.579,0 .255	0.085	
III	0.221	0.127	1.462	0.310
IV	1.183	0.058	1.984	1.184
V	1.538	0.060	0.449	-
Tež. pilj. građa Commercial lumber out of quality grades	0.631	-	0.133	-
Σ	3.622	0.824	4.283	1.579
Kratka pilj. gr. Short sawn boards	0.956			

$V_t = 16.11 \text{ m}^3$
 $V_p = 11.264 \text{ m}^3$
 $I_m = 0.6992$
 $I_k = 0.6259$
 $I_v = 0.4376$

Tablica 6.
Table 6
 STRUKTURA VOLUMNOG ISKORIŠTENJA
 PRI PILJENJU PARALELNO S
 OSI TRUPCA - IZRADA KVALITETNIJH
 PILJENICA RADIJALNE TEKSTURE
 QUANTITY YIELD DISTRIBUTION FOR CANT
 SAWING PARALLEL TO LOG AXES - PRODUC-
 TION OF QUARTER SAWN BOARDS OF
 HIGHER QUALITY

Klasa kvalitete Quality grade of boards	Piljena građa dužine 3-4 m (m ³) Sawn timber length 3-4 m (m ³)			
	Debljina piljenica (mm) Board thickness (mm)			
	24	38	48	76
Pilj. rad. tekst. Quarter saxn boards	0.296	0.752	0.692	-
ČPČ.I,II	0.559	4.940	5.850	0.687
III	0.292	0.730	3.041	0.185
IV	2.633	0.667	5.547	0.496
V	0.682	1.116	2.707	0.100
Tež. pilj. građa Commercial lumber out of quality grades	0.4190	-	0.257	-
Σ	4.881	8.205	18.102	1.468
Kratka pilj. gr. Short sawn boards	2.150			

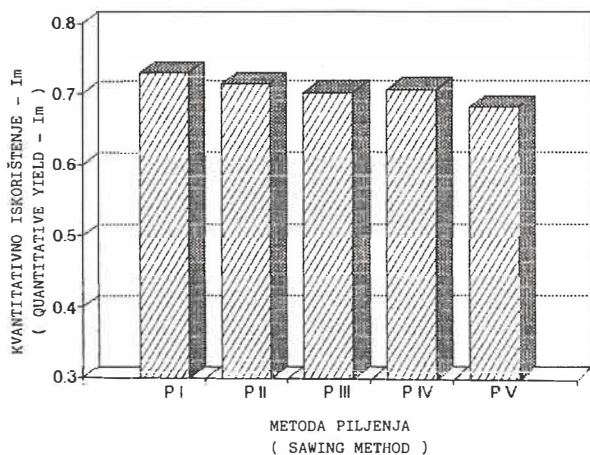
$V_t = 49.48 \text{ m}^3$
 $V_p = 34.806 \text{ m}^3$
 $I_m = 0.7034$
 $I_k = 0.6984$
 $I_v = 0.4912$

U tablici 7. prikazana su sva iskorištenja dobivena pojedinim načinima piljenja (sl. 1-5).

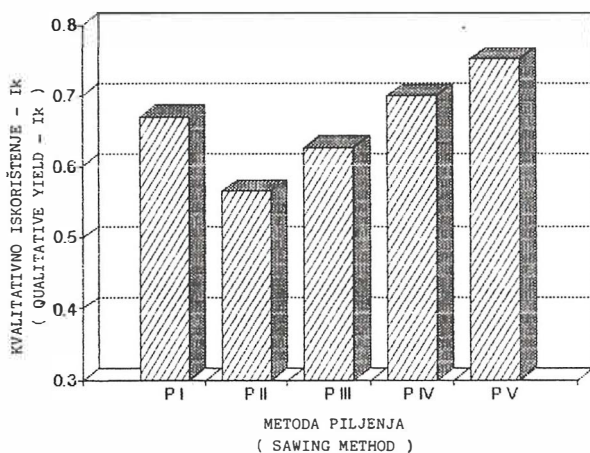
Tablica 7.
Table 7
 STRUKTURA VOLUMNOG ISKORIŠTENJA
 PRI KRUŽNOM PILJENJU PARALELNO S ČETIRI
 DIAMETRALNO SUPROTNE IZVODNICE -
 IZRADA PILJENICA RADIJALNE TEKSTURE
 QUANTITY YIELD DISTRIBUTION FOR CIRCU-
 LAR SAWING PARALLEL TO FOUR DIAMETRI-
 CALLY OPPOSITE GENERATING LINES -
 PRODUCTION OF QUARTER SAWN BOARDS

Klasa kvalitete Quality grade of boards	Piljena građa dužine 3-4 m (m ³) Sawn timber length 3-4 m (m ³)			
	Debljina piljenica (mm) Board thickness (mm)			
	24	38	48	76
Pilj. rad. tekst. Quarter saxn boards	2.576	0.722	0.772	-
ČPČ.I,II.0.973	1.307	7.070	2.449	0.750
III	0.399	1.161	0.983	0.298
IV	1.704	1.127	2.821	0.252
V	1.116	0.380	0.842	-
Tež. pilj. građa Commercial lumber out of quality grades	0.524	0.172	0.384	-
Σ	6.023	12.486	8.251	1.300
Kratka pilj. gr. Short sawn boards	2.451			

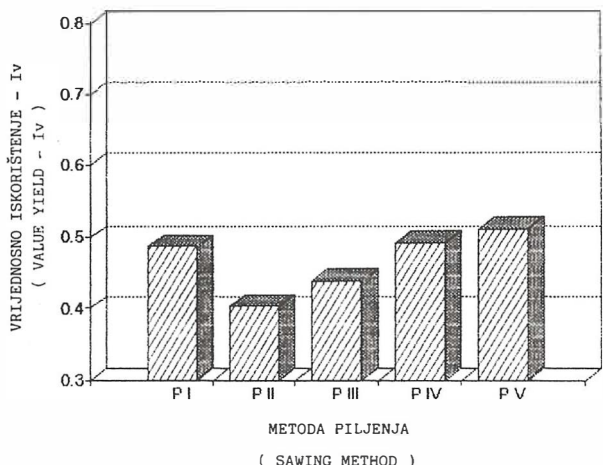
$V_t = 44.86 \text{ m}^3$
 $V_p = 30.51 \text{ m}^3$
 $I_m = 0.6801$
 $I_k = 0.7509$
 $I_v = 0.5107$



Sl. 6. Prikaz kvantitativnog iskorištenja trupaca pri piljenju metodama navedenim u tablici 1.
Fig. 6 Quantitative yield for sawing methods listed in Table 1.



Sl. 7. Prikaz kvalitativnog iskorištenja trupaca pri piljenju metodama navedenim u tablici 1.
Fig. 7 Qualitative yield for sawing methods listed in Table 1.



Sl. 8. Prikaz vrijednosnog iskorištenja trupaca pri piljenju metodama navedenim u tablici 1.
Fig. 8 Value yield for sawing methods listed in Table 1.

DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Piljenje paralelno s plaštem trupaca ima prednosti pri izradi kvalitetnije piljene građe duljine jednake duljini sirovine od koje je izrađena. U tom se slučaju kratka piljena građa proizvodi od lošijih dijelova trupaca. Izrada piljenica radialne teksture boljih kvalitativnih klasa povećava vrijednosno iskorištenje trupca, pa bi proizvodnju valjalo usmjeriti tom cilju.

Prednost piljenica izrađenih metodom piljenja paralelno s plaštem trupca (a ne paralelno s njegovom osi) jest činjenica da su izrađene paralelno sa žicom trupca. To je vrlo važno za piljenice (kvalitetnije) koje se upotrebljavaju u finalnoj industriji (proizvodnja namještaja, stolarije itd.)

Provedeno istraživanje pokazuje da nije svejedno na koji se način u pilanama proizvodi piljena građa. Za svaku važniju vrstu pilanske sirovine bilo bi poželjno provesti sličnu analizu jer su mogućnosti povećanja kvalitete i vrijednosti piljene građe vrlo široke.

Na osnovi rezultata mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- najveće vrijednosno iskorištenje trupaca postiže se načinom piljenja P V. (kružno piljenje)

- drugi i treći načini piljenja, P II. i P III, daju najslabije rezultate

- prvim načinom piljenja - P I. postiže se najveće kvantitativno iskorištenje, ali je vrijednosno tek na trećemu mjestu

- petim načinom piljenja - P V. ostvaruje se najmanje kvantitativno, ali najveće vrijednosno iskorištenje

- u grafičkim prikazima iskorištenja uočljiva je razlika, osobito glede kvalitativnih i vrijednosnih iskorištenja. Kvantitativna su iskorištenja približno jednaka. To upućuje na zaključak da pilanarima ne može biti svejedno na koji će se način prerađivati trupci u pilanama.

LITERATURA

- [1] Bousquet, D.W., Flann, I.B., 1975: Hardwood sawmill productivity for live and around sawing. For. Prod. Jour., 7(25), 32-37.
- [2] Brežnjak, M., 1963: Analiza elemenata koji utječu na iskorištenje trupaca. Šumarski fakultet Zagreb. Interna studija.
- [3] Brežnjak, M., 1964: Primjer obračuna kvantitativnog, kvalitativnog i vrijednosnog iskorištenja zadane količine trupaca. Šumarski fakultet Zagreb. Interna studija.
- [4] Brežnjak, M., 1969: Tehnologija izrade drvene građe u

jednom pogonu u Norveškoj. Drvna industrija, 10(20), 168-171.

- [5] Brežnjak, M., 1973: Mogućnosti povećanja vrijednosnog iskorištenja sirovine u proizvodnji masivnog drva u pilanskoj proizvodnji. Centar za stručno obrazovanje, Slavonski Brod
- [6] Brežnjak, M., 1973: Utjecaj različitih uvjeta piljenja na važnije pokazatelje uspješnosti pilanske tehnologije. Šumarski fakultet Zagreb. Interna studija.
- [7] Butković, J., 1978: Piljenje jelovih trupaca u cijelo i prizmiranjem. Šumarski fakultet Zagreb. Magistarska radnja.
- [8] Butković, J., 1979: Komparativna istraživanja volumnog iskorištenja trupaca kod simuliranog i eksperimentalnog piljenja. Kolokvij iz pilanarstva. Bilten ZIDI, 5(7), 15-33, Šumarski fakultet Zagreb.
- [9] Butković, J. 19880: Utjecaj tehnologije piljenja na iskorištenje jelovih trupaca. Drvna industrija, 5/8(31), 129-136.
- [10] Butković, J., 1984: Simulation der Qualität von Schnittholz. I Medzinardny kolokvium. Zbornik referatov: Metody a modely systemoveho riadenia vyrobnych procesov v mechanicom spracovani dreva, 220-235, Zvolen.
- [11] Butković, J., 1985: Istraživanje iskorištenja jelovih trupaca kod eksperimentalnog i simuliranog piljenja te prognoziiranje kvalitete piljenice. Disertacija. Šumarski fakultet Zagreb.
- [12] Dobbie, J., Wright, M.D., 1978: Lumber yields and values from dead, standing alpine fir. For. Prod. Jour., 5(28), 27-30.
- [13] Goulet, V.D., IFF, H.R., Sirois, L.D., 1980: Analysis of five forest harvesting simulation models. Part II: paths, pitfalls, and other considerations. For. Prod. Jour., 8(39), 18-22.
- [14] Hall, P.S., Wysk, A.R., Wengert, M.E., Agee, H.M., 1980: Yield distributions and cost comparisons of a crosscut-first and a gang-rip-first rough mill producing hardwood dimension stair parts. For. Prod. Jour., 5(30), 34-39.
- [15] Hallock, H., 1980: Cutting yields from standard hardwood lumber grades when gang ripping. For. Prod. Lab.
- [16] Harpole, B.G., Hallock, H., 1977: Investment opportunity: Best opening face sawing. For. Prod. Lab., US Department of agriculture.
- [17] Hitrec, V., 1979: Određivanje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca metodom simuliranja. Kolokvij iz pilanarstva. Bilten ZIDI, 5(7), 34-40, Šumarski fakultet Zagreb.
- [18] Hitrec, V., 1983: Utjecaj debljine i pada promjera trupaca, te širine raspiljka i netočnosti piljenja na volumno iskorištenje trupaca kod piljenja na jarmačama te neke ideje za sortiranje trupaca. Bilten ZIDI, 3(11), 64-83
- [19] Jakovac, I., 1979: Problematika sastavljanja rasporeda pila u RO "Delnice". Kolokvij iz pilanarstva. Bilten ZIDI, 5(7), 41-51, Šumarski fakultet Zagreb.
- [20] Juvonen, R., 1976: Sawn timber, its quality and quality control. Technical research centre of Finland.
- [21] Petruša, N., 1976: Piljenje hrastovine paralelno s osovnikom i paralelno s izvodnicom trupca. Magistarski rad. Šumarski fakultet Zagreb.
- [22] Richards, D.B., 1973: Hardwood lumber yield by various simulated sawing methods. For. Prod. Jour., 10(23), 48-58.
- [23] Stuart, B.W., 1981: Harvesting analysis technique: a computer simulation system for timber harvesting. For. Prod. Jour., 11(31), 45-53.
- [24] Thunell, B., 1981: How can wood cutting research improve profitability and working conditions? Royal institute of technology, wood technology and processing, Stockholm.