

Iskorišćenje pilanskih trupaca s posebnim osvrtom na neke elemente kvalitete piljenja

THE YIELD OF SAWLOGS WITH THE SPECIAL VIEW UPON CERTAIN ELEMENTS OF SAWING QUALITY

Ružica Beljo, dipl. ing.
Šumarski fakultet, Zagreb

Stručni rad

Prispjelo: 20. veljače 1991.
Prihvaćeno: 3. ožujka 1991.

UDK 630*832.1

Sažetak

U radu je iznesen dio dosadašnjih spoznaja o utjecaju pojedinih elemenata procesa prerade u pilani na kvantitativno i kvalitativno, odnosno vrijednosno iskorišćenje pilanske sirovine. Naglašena je važnost kvalitete piljenja kao utjecajnog činioca kvalitete piljenica i volumnog iskorišćenja trupaca. Opisana su istraživanja o iskorišćenju hrastovih pilanskih trupaca lošije kvalitete kod prerade na jarmači i tračnoj pili trupčari.

Izmjerena je i uspoređena točnost piljenja i hrapavost piljene površine piljenica proizvedenih na jarmači, odnosno tračnoj pili.

Istraživanja su sprovedena u ograničenom opsegu što onemogućava uopćavanje dobivenih rezultata. Veći dio rezultata je u skladu s podacima dosadašnjih istraživanja.

Ključne riječi: iskorišćenje pilanskih trupaca — točnost piljenja — hrapavost piljene površine

Summary

This paper gives a review and analysis of certain investigations carried out so far, concerning the effect of specific factors of processing in sawmills that have an influence on the quantitative and qualitative yield of raw material. The importance of the sawing quality has been emphasized as a significant element in the quality of sawn boards and the volume effectiveness of sawlogs.

The investigations of effectiveness of oak sawlogs, that are of a lesser quality, at sawing on the frame saw and head band saw have been described and the results have been given. The accuracy of sawing and the roughness of the sawn surface on boards that had been produced on frame or band saws have been measured and compared. The investigation had been carried out in a limited scope which has made it impossible to generalize the given results.

The majority of the results are in line with the data from the references.

Key words: yield of sawlogs — accuracy of sawing — roughness of the sawn surface (R. B.)

1. UVOD

1. INTRODUCTION

Nedostatak pilanske sirovine, a posebno trupaca boljih kvaliteta i većih dimenzija, te tražnja tržišta za kvalitetnijom građom uzrok su vrlo slabom apsolutnom povećanju pilanske proizvodnje.

U strukturi troškova pilanske proizvodnje najveći dio (oko 60 do 70%) otpada na sirovinu (Brežnjak, 1973), zbog čega se u nastojanjima za ekonomski uspješnijom preradom raspoložive sirovine posebna pažnja pridaje vrijednosnom iskorišćenju trupaca, odnosno iznalaženju najpovoljnijeg odnosa količine i kvalitete piljenih proizvoda.

Piljena se građa na tržištu sukobljuje s nizom supstituta, te element kvalitete piljenica ima veliko značenje za njen plasman. Pod pojmom kvalitete piljenja misli se na elemente kvalitete piljenica koji ovise o procesu piljenja. Kvalitetu piljenja određuju pravilnost forme i točnost dimenzija piljenica, te finoća piljene površine.

Budući da veličina nadmjere na dimenzije piljenica zbog netočnosti piljenja i dalje obrade ovisi o kvaliteti piljenja, povećanje kvantitativnog i kvalitativnog, a time i vrijednosnog iskorišćenja, može se očekivati kod više kvalitete piljenja.

U znanstvenoistraživačkom radu kao i u samoj pilani vodi se borba za svaki postotak povećanja iskorišćenja raspoložive sirovine. Pri tome se veliko značenje pridaje povećanju točnosti piljenja i smanjenju hrapavosti piljene površine, što postaje interesantno polje istraživanja i znanstvenog rada u oblasti tehnologije masivnog drva.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

2. PURPOSE OF RESEARCH

Svrha provedenih mjerenja jest upoznavanje sa znanstvenim metodama rada pri istraživanjima u pilanskoj preradi masivnog drva. Na relativno malom uzorku pilanskih trupaca određena je struktura volumnog iskorišćenja te utvrđeno

kvalitativno i vrijednosno iskorišćenje pri preradi na jarmači i tračnoj pili. Zbog njene važnosti za uspješnost proizvodnje potrebno je češće provjeriti kvalitetu piljenja. Cilj istraživanja je mjerenje i usporedba točnosti piljenja odnosno hrpavosti piljene površine svojstvenih preradi trupaca na jarmači, odnosno tračnoj pili.

Istraživanja su provedena u ograničenom opsegu bez pretenzija da daju konačne i sigurne rezultate za šira uopćavanja.

3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

3. PREVIOUS WORKS

Rezultati dosadašnjih istraživanja te stečeno iskustvo omogućili su predviđanje kvantitativnih pa i kvalitativnih pokazatelja iskorišćenja sirovine kao i nekih drugih veličina značajnih za uspješnost pilanske prerade trupaca.

Analizom podataka iz svjetske literature dobivenih istraživanjem klasične prerade četinjača u određenim uvjetima (Brežnjak, 1963) došlo se do spoznaje o utjecaju nekih činitelja na iskorišćenje trupaca:

— U većini slučajeva, s porastom promjera trupaca raste iskorišćenje. Prema podacima istraživanja iskorišćenje trupca mijenja se za oko 0,2% pri promjeni promjera za 1 cm.

— Podaci o utjecaju dužine trupca ne vrijede općenito. Uz isti promjer trupca na tanjem kraju, ako se pili u cijelo i daske se ne prikrajuću prije okrajčivanja, iskorišćenje je to manje što je duži trupac.

— Premi dosadašnjim istraživanjima čini se da je utjecaj zakrivljenosti trupaca značajniji od utjecaja promjera i dužine. Zabilježeno je znatno smanjenje iskorišćenja kod jače zakrivljenih trupaca i pri izradi dužih piljenica paralelno okrajčivanih.

— Uz manji pad promjera trupca postiže se veće iskorišćenje.

— Na iskorišćenje trupca ima utjecaj i način piljenja. Piljenje u cijelo teoretski daje oko 1,9% veće iskorišćenje od prizmiranja, dok se u praksi prizmiranjem postiže 2—4% veće iskorišćenje.

Istraživanja pri piljenju bukovine (Kenjić, 1990) dala su rezultate koji potvrđuju teoretske pretpostavke. Piljenjem u cijelo postignuto je veće volumno iskorišćenje. Piljenje prizmiranjem omogućava bolje kvalitativno iskorišćenje, koje tek kod većih promjera nepravde srži pokazuje znatan utjecaj na vrijednosno iskorišćenje, dajući prednost piljenju prizmiranjem.

— Svaki suvišni milimetar u širini raspiljka smanjuje iskorišćenje za 0,33%. Utjecaj širine raspiljka će biti to veći što se pili veći broj piljenica kod datog promjera. Jednako kao širina raspiljka, na promjenu iskorišćenja djeluje i veličina nadmjere na debljinu piljenica.

— Ako je stvarna prosječna debljina piljenica veća ili manja od neke optimalne srednje vrijednosti, iskorišćenje se smanjuje.

— Ako se zadanim rasporedom pila raspiljuju trupci neodgovarajućeg promjera koji se razlikuje od potrebnog za ± 1 cm, iskorišćenje će biti manje za 0,9%.

— Daljom preradom krupnih pilanskih ostataka u sitne sortimente može se povisiti iskorišćenje trupca za 5—6%.

— Veća točnost piljenja dopušta davanje manjih nadmjera što ima pozitivan utjecaj na iskorišćenje trupaca. Finoća piljene površine određuje u većini slučajeva veličinu nadmjere zbog dalje obrade, te će manja hrpavost piljenica omogućiti povećanje iskorišćenja (Brežnjak, Herak, 1970).

Postoje i drugi podaci o utjecaju pojedinih faktora na iskorišćenje trupaca koji su mahom bazirani na metodi eksperimentalnog piljenja trupaca. Međutim, još uvijek nema dovoljno podataka dobivenih teoretskih pristupom problemu predviđanja iskorišćenja trupaca određenih karakteristika. Primjenom elektroničkih računala moguće je doći do teoretskih vrijednosti iskorišćenja kroz simulirana piljenja (Brežnjak, 1979; Butković, 1979; Hitrec, 1979; Maun, 1977; Richards, 1973).

Za simulaciju piljenja ima programa napisanih tako da se može proučavati utjecaj pojedinih činitelja piljenja na iskorišćenje bez provedbe eksperimentalnih piljenja. Tako se, na primjer, analizom podataka dobivenih simuliranim piljenjem 5832 trupca (Maun, 1977) došlo do zaključka da najveći utjecaj na iskorišćenje, između promatranih elemenata, imaju širina raspiljka, debljina piljenica i način krajčjenja piljenica. Znatno utjecaj pokazao je i promjer trupca, dok na iskorišćenje manje utječu pad promjera, dužina trupca i način piljenja.

Druga pak istraživanja (Hitrec, 1983) pokazuju da u određenim slučajevima pad promjera trupca može imati vrlo veliki pa i presudni utjecaj na iskorišćenje pilanskih trupaca. Suprotstavljajući rezultata pojedinih istraživanja ukazuje na složenost međudjelovanja i utjecaja različitih okolnosti piljenja na iskorišćenje sirovine.

Kvantitativne pokazatelje utjecaja pojedinih elemenata treba uzeti s određenom rezervom budući se pri simulaciji piljenja idealizira oblik trupca kao krnjeg stošca.

Mogućnosti povećanja vrijednosnog iskorišćenja sirovine u proizvodnji piljenog drva, kao rezultat većeg kvantitativnog odnosno kvalitativnog iskorišćenja, vide se i u (Brežnjak, 1973):

— centraliziranoj izradi trupaca

Pravilnim i za pilansku industriju najpodesnijim načinom prikrajanja debela u truppe može se znatno utjecati na povećanje vrijednosnog iskorišćenja sirovine.

— koranju trupaca

Općenito vrijedi da se preradom okoranih trupaca na pilani povećava produktivnost rada i doprinosi boljem kvantitativnom i kvalitativnom iskorišćenju. Unatoč potrebi odgovarajuće organizacijske i tehničke pripreme, koranje trupaca na pilani pokazuje niz prednosti pred koranjem u šumi.

— kompleksnom korišćenju trupaca četinjača

Tehnologijom izrade samo dugih piljenica, te pretvaranjem postranog dijela trupca i krupnih ostataka u tehnološko iverje (za izradu celuloze i ploča), svjesno se smanjuje iskorišćenje u vidu piljene građe, ali se povećava kompleksno iskorišćenje. Još ekstremnijom tehnologijom iveranja trupaca postiže se kompleksno iskorišćenje i do 90%. Posebnu prednost ova tehnologija pokazuje pri preradi tankih i niskokvalitetnih trupaca četinjača.

— tehnologiji izrade drvnih elemenata iz tvrdih listaća

Tehnologija namjenske izrade drvnih elemenata može često biti rješenje za povećanje vrijednosnog iskorišćenja sirovine i, uopće, za rentabilnije poslovanje pilane, jer daje proizvode koji, po svojim grubim, a ponekad i finim dimenzijama, odgovaraju za određeni finalni proizvod.

— iskorišćenju piljevine

Piljevina kao nusproizvod pilanske prerade ima vrlo malu vrijednost, a nekad opterećuje proizvodnju i dodatnim troškovima. Radi povećanja vrijednosnog iskorišćenja pilanskih trupaca treba smanjiti napad piljevine (primjena tanjih listova pila, iveranje trupaca) ili povećati njenu vrijednost (primjenom određenih pila i režima piljenja proizvodi se piljevina zadovoljavajuće kvalitete i dimenzija za proizvodnju celuloze i ploča).

— povećanju kvalitete piljenja

Uz navedene mogućnosti povećanja iskorišćenja od velikog značenja za pilansku preradu je i kvaliteta piljenja. Veća netočnost piljenja i hrpavost piljene površine zahtijevaju davanje većih nadmjera na debljinu piljenica, što smanjuje kvantitativno iskorišćenje trupaca. Važnost kvalitete piljenja očituje se i u potražnji i lakšem plasiranju kvalitetnih piljenica, u ekonomičnosti piljenja (manje otpatka i deklasiranih piljenica), te u postavljanju tolerancija i izradi standardnih propisa (Brežnjak, Herak, 1970). Stoga je potrebno posvetiti pažnju odabiru primarnih pilanskih strojeva i alata te režima piljenja kako bi se postigla zadovoljavajuća točnost dimenzija i kvaliteta piljene površine.

Jedan od sve prisutnijih načina poboljšanja iskorišćenja je i spomenuta metoda simulacije piljenja. Uz podršku programa sastavljenog za

simulirano piljenje, elektroničko računalo će »raspiliti« zadani trupac za vrlo kratko vrijeme sa svim zadanim rasporedima pila, te će izvršiti rangiranje rasporeda prema volumnom iskorišćenju svakog od njih, kako je izneseno u istraživanjima Hitreca (1979). Istraživanja Butkovića (1979) su pokazala da veća teoretska volumna iskorišćenja, kod simuliranog piljenja s određenim rasporedom pila, u pravilu daju i veću vrijednost volumnog iskorišćenja kod praktične provedbe istih u pilani.

Prema Butkoviću (1979), razlog za neslaganje volumnog iskorišćenja kod simuliranog i eksperimentalnog piljenja može se tražiti u nesavršenstvu obrade u pilani ili u odstupanju oblika trupaca od uzetog modela.

Uzevši u obzir poznavanje zona kvalitete drva u trupcu, simuliranje piljenja putem elektroničkog računala omogućuje za određeni raspored pila procjenu dimenzija i kvalitete piljene građe koja će se dobiti preradom određenog trupca (Butković, 1985). Ovo je interesantno za donošenje odluke o primjeni rasporeda pila koji će maksimizirati količinu i kvalitetu piljenica određenih dimenzija iz trupca poznatih obilježja.

Uz povećanje volumnog iskorišćenja trupaca i kvalitete proizvedenih piljenica, sistem vođenja procesa s podrškom elektroničkog računala trebao bi imati i slijedeće karakteristike (Maun, 1977):

- da rukovodiocima pilane daje veću kontrolu nad određenim količinama piljenja,
- da održi ili poveća postojeću produktivnost,
- da poveća ekonomičnost kako bi se isplatili troškovi instalirane opreme,
- da bude dovoljno jednostavan za ugradnju u postojeće pilane.

Odluka elektroničkog računala o najpogodnijem načinu piljenja bit će bolja ako postoji više preciznih informacija o ulaznoj sirovini. Stoga je razvoj sistema prerade uz podršku računala u uskoj vezi s razvojem mjerne opreme. U svijetu se u istraživanjima opreme za snimanje dimenzija i lociranje grešaka unutar trupca došlo do značajnih rezultata. Uz elektronsko snimanje dimenzija došlo se i do spoznaja da se u određenim uvjetima fotonskim tomografom (Taylor, 1984), ili uređajima koji koriste ultrazvuk (McDonald, 1978), može s velikom pouzdanošću locirati sve greške u trupcu, što, uz adekvatne kompjutorske programe, omogućuje odabir najboljeg načina prerade pilanske sirovine.

Rezultati provedenih studija podstiču na dalje istraživanje s ciljem povećanja brzine snimanja trupaca te izrade algoritama za donošenje odluke o načinu piljenja svakog pojedinog trupca poznavajući njegove karakteristike.

Komercijalizacija procesa odlučivanja o načinu piljenja radi povećanja kvalitete piljene građe povećala bi korisnost izvora drvene sirovine.

4. METODA ISTRAŽIVANJA 4. METHOD OF RESEARCH

Istraživanje je provedeno u DIK-u »Spačva«, Vinkovci, na dvije linije primarne prerade trupaca:

1. linija s tračnom pilom trupčarom i tračnom pilom paralicom »BRATSTVO«
2. linija s pilom jarmačom »WEHRHAHN«

Osnovne karakteristike tračnih pila:

Vrsta stroja	Tračna pila TRUPČARA	Tračna pila PARALICA
Proizvođač	»BRATSTVO«	»BRATSTVO«
Proizvodnja	1970.	1970.
Promjer kotača pile	1 400 mm	1 500 mm
List pile	1,47 × 155,6 × 9800 mm	1,47 × 206 × 9400 mm
Stlačenje zubaca	0,4 mm	0,4 mm
Snaga pogonskog motora	85 KS	70 KS
Brzina posmaka	0—75 m/min	0—75 m/min
Brzina rezanja	28—40 m/s	28—40 m/s
Standardna brzina lista pile	31,5 m/s	31,5 m/s

Osnovne karakteristike pile jarmače:

Proizvođač	»GEBR-WEHRHAHN«
Proizvodnja	1971.
Svijetli otvor	450 mm
Max. visina reza	400 mm
Stapaj	400 mm
Broj okretaja	350 o/min
Pogonska snaga	40 KS
Pomak uljnim varijatorom	0—12 m/min
Listovi pile	1,8 × 140 × 1085 mm
Razvraka	0,5 mm

Sirovina koja se trenutno nalazila na stovarištu trupaca bila je uglavnom loše kvalitete i malih srednjih promjera (s izuzetkom deklasiranih furnirskih trupaca koji su većih promjera, ali s upadljivim greškama). Podaci su uzimani u toku raspiljivanja hrastovih trupaca III. klase kvalitete, te deklasiranih furnirskih trupaca hrasta koji su također svrstani u III. klasu pilanskih trupaca.

Raspiljivanje trupaca vršeno je tehnikom piljenja u cijelo na jarmači i tračnoj pili. Debljine piljenica određene su prema potrebama vlastite finalne proizvodnje i potražnji tržišta.

Krupni pilanski ostatak u DIK-u »Spačva« prodaje se kao ogrjevno drvo za potrebe radnika kombinata, upotrebljava se kao sirovina za proizvodnju sječke, te zajedno s piljevinom za proizvodnju tehnološke pare.

U svrhu istraživanja odabrano je 20 hrastovih trupaca, promjera 25—30 cm, za preradu na jarmači, te 20 hrastovih trupaca, promjera 36—43 cm, za preradu na tračnoj pili. Poseban uzorak tvori 16 deklasiranih furnirskih trupaca hrasta sa srednjim promjerom u rasponu od 44 do 61 cm. Uzorak je slučajna, tj. u normalnom proizvodnom toku na lančanim transporterima, koji vode as stovarišta ka pilani, zabilježen je redom željeni broj trupaca. Odabranim trupcima izmje-

ren je srednji promjer i dužina, na osnovu čega im je izračunat volumen.

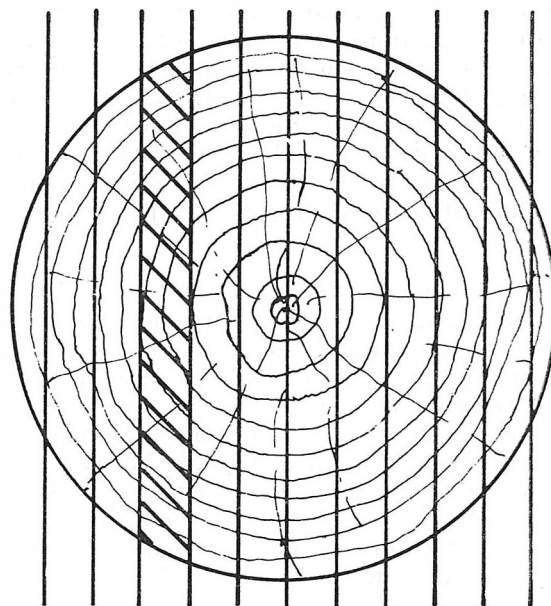
Raspiljivanje na jarmači izvedeno je rasporedom pila 10/25 bez nadmjere, odnosno 10/28 s nadmjerom kakva se daje u toj pilani (tablica I).

Kod prerade tračnom pilom forsirana je proizvodnja piljenica nominalne debljine 70 odnosno 60 mm.

Tablica I.
NADMJERE NA DEBLJINU PILJENICA

Table I
OVERSIZE ON THICKNESS OF SAWN BOARDS

Nominalna debljina mm	Nadmjera mm	Debljina u sirovom stanju mm
25	3	28
60	4	64
70	5	75



Slika 1. Položaj piljenica-uzoraka pri mjeranju kvalitete piljenja kod raspiljivanja jarmačom (raspored pila s nadmjerom 10/28)

Fig. 1. Arrangement of sawn board in a sawlog and the position of sawn board sample for the evaluation of quality of sawing on frame saw (layout of saws with oversize 10/28)

Prilikom raspiljivanja vršeno je označavanje proizvedenih piljenica pripadajućim brojem trupca, kako bi se izračunalo iskorišćenje za svaki

pojedini trupac. Uz to, po jedna piljenica iz svakog trupca posebno je označena za mjerenje kvalitete piljenja. Kod jarmače su uzete piljenice s istog mjesta rasporeda pila koje su služile kao uzorak za potrebna mjerenja (slika 1).

I kod tračne pile se nastojalo odabrati piljenicu s uvijek približno istog mjesta u trupcu kao kod jarmače, te nominalne debljine 25 mm. Kod prerade deklasiranih furnirskih trupaca nije vršen odabir piljenica-uzoraka za mjerenje kvalitete piljenja.

Nakon raspiljivanja svih trupaca iz uzorka, prišlo se mjerenju dužine i širine piljenica. Na osnovu izmjerenih dimenzija izračunate su nominalne dimenzije (dimenzije pod kojima se piljenice obračunavaju, isporučuju i prodaju) za prosušeno-transportno suho stanje kod 20—22% sadržaja vode. Dobiveni podaci poslužili su za izračunavanje volumena piljene građe nominalnih dimenzija i u sirovom stanju.

Pri mjerenju dimenzija vršeno je i klasiranje piljenica, te je na osnovu koeficijentata vrijednosti pojedinih klasa kvalitete utvrđeno kvalitativno iskorišćenje.

Tablica II.

KOEFIČIJENTI VRIJEDNOSTI ZA PILANSKE PROIZVODE HRASTA

Table II

VALUE COEFFICIENT FOR SAWMILL OAK PRODUCTS

PROIZVOD	KLASA	CIJENA, din	KOEFIČIJENT
Hrast samica 25-70 mm	I/II	7300,00	1,00
Hrast samica 25-70 mm	II	6600,00	0,90
Hrast samica 25-70 mm	III	4900,00	0,67
Hrast samica 25-70 mm	IV	2780,00	0,38
Hrast samica 25-70 mm	poluproizvod "O"	2380,00	0,33
Hrast samica 25-70	VI	300,00	0,04
Krupni pilanski ostatak		35,00	0,005
Piljevina		12,50	0,002

U tablici II. nabrojane su klase kvalitete za hrastove piljenice s tekućim cijenama i pripadajućim koeficijentima vrijednosti. Navedeni su i koeficijenti vrijednosti za krupni pilanski ostatak i piljevinu.

Piljenice uzorci za mjerenje točnosti piljenja i hrapavosti piljene površine su bile nominalne debljine 25 mm i uglavnom poluradijalne strukture. Uzorak se sastojao od 20 piljenica dobivenih na jarmači i 20 piljenica proizvedenih tračnom pilom.

Točnost piljenja određena je varijabilitetom debljine piljenica. Mjera varijabiliteta je procjena standardne devijacije podataka o debljini piljenica. Može se razlikovati varijabilitet debljina »unutar« i »između« piljenica, te totalni varijabilitet debljine koji objedinjuje navedene. Pri davanju nadmjere zbog netočnosti piljenja u obzir se uzima totalni varijabilitet debljine, te su istraživanja ograničena na njegovo određivanje. Debljina je izmjerena na četiri mjesta duž svake piljenice (sa svake strane piljenice po dva mjerenja). Mjesta mjerenja odabrana su nasumce, a nije mje-

reno na oko pola metra od početka i kraja piljenica. Mjerenje je vršeno pomičnim mjerilom s točnošću 0,1 mm. Na osnovu rezultata mjerenja izračunat je totalni varijabilitet debljina piljenica izrađenih na jarmači odnosno tračnoj pili prema formuli:

$$G = \sqrt{\frac{1}{4n-1} \left[\sum d_{ij}^2 - \frac{1}{4n} (\sum d_{ij})^2 \right]}$$

gdje je:

- σ — procjena totalnog varijabiliteta debljina piljenica
- n — broj piljenica uzoraka
- d — izmjerena debljina na piljenicama
- i — indeks za pojedinu piljenicu
- j — indeks za pojedino mjerenje na jednoj piljenici

Hrapavost piljene površine mjerena je na svakoj piljenici-uzorku na vanjskoj strani (okrenutoj prema periferiji trupca) i na unutarnjoj strani (okrenutoj prema centru trupca). Na piljenoj su površini okularno potražena najneravnija mjesta, gdje je potom potražena i izmjerena maksimalna veličina neravnosti, kao mjera hrapavosti piljene površine. Mjerilo se komparatorom s točnošću 0,01 mm, na tri mjesta, sa svake strane piljenice. Na temelju dobivenih podataka, izračunata je srednja vrijednost maksimalnih veličina neravnosti, sa svake strane piljenice, za sve piljenice iz uzorka. Mjerenje hrapavosti piljene površine vršeno je na zdravim dijelovima piljenica, uzimajući u obzir neravnosti koje su očito izazvane mehaničkim radom zuba pile.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

5. RESULTS

Analizom rezultata dobivenih za svaki trupac u pojedinim uzorcima dobiju se srednje vrijednosti kvantitativnog, kvalitativnog i vrijednosnog iskorišćenja te udjela nadmjere, piljevine i krupnog pilanskog ostatka u volumenu trupca.

Mjerenja kod piljenica proizvedenih pilom jarmačom daju srednju vrijednost debljine 29,05 mm, sa standardnom devijacijom 0,37 mm. Srednja debljina piljenica izrađenih na tračnoj pili iznosila je 28,44 mm, a varijabilitet izmjerenih debljina je 1,11 mm.

Kod piljenica izrađenih na jarmači veličina udubina varira od 480 do 1000 μ m na vanjskoj strani, a od 300 do 710 μ m na unutarnjoj strani piljenice. Srednja vrijednost izmjerenih maksimalnih veličina neravnosti je na vanjskoj strani 720 μ m, a na unutarnjoj 460 μ m.

Kod tračne pile piljenice su imale neravnine maksimalne veličine od 300 do 640 μ m na vanjskoj strani, te od 180 do 400 μ m na unutrašnjoj strani. Srednja vrijednost izmjerene hrapavosti iznosi 450 μ m za vanjsku stranu piljenica, a za unutarnju 300 μ m.

6. ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

6. DISCUSSION

Kvantitativno iskorišćenje sirovine

Trupci prerađeni na jarmači, odnosno tračnoj pili bili su različitih promjera i dužina, te nije moguće uspoređivati postignuta kvantitativna iskorišćenja. Budući su trupci bili manjih promjera i loše kvalitete, a odabir debljina piljenica prema potrebi dalje prerade, količina piljene građe 63,2% kod jarmače (trupci promjera 25—30 cm) i 68,2% kod tračne pile (trupci promjera 36—43 cm), može se smatrati zadovoljavajućom. Imajući u vidu da se radi o deklasiranim furnirskim trupcima (nepravilnih oblika, zakrivljeni, s dvostrukom bijeli i raspucani), kvantitativno iskorišćenje 76% također je prihvatljivo.

Tablica III.
STRUKTURA ISKORIŠĆENJA PILANSKIH HRASTOVIH TRUPACA
YIELD STRUCTURE OF OAK SAWLOGS
Table III

Prerada trupaca promjera 25-30 cm na jarmači	Prerada trupaca promjera 36-43 cm na tračnoj pili	Prerada deklasiranih furnirskih trupaca na tračnoj pili
UDJEL SIROVIH PILJENICA, %		
74,8	76,8	85,3
UDJEL NADMJERE, %		
11,6	8,6	9,3
KVANTITATIVNO ISKORIŠĆENJE, %		
63,2	68,2	76,0
UDJEL PILJEVINE, %		
8,7	4,2	4,2
UDJEL KRUPNOG PILANSKOG OSTATKA, %		
16,5	19,0	10,5
KVALITATIVNO ISKORIŠĆENJE, %		
22,19	25,71	32,50
VRIJEDNOSNO ISKORIŠĆENJE, %		
12,02	17,52	24,70

Potrebno je ipak naglasiti da se u navedene postotke piljene građe ubraja i kratka piljena građa, čije učešće nije neznatno, a što se odražava na manju vrijednost dobivene građe.

Mora se primijetiti i relativno veliki udjel nadmjere u volumenu trupaca iz svih uzoraka. Uzevši u promatranje sve prerađene trupce srednja vrijednost udjela nadmjere iznosi približno 10%. Budući je nadmjera na dužinu piljenica, koje su u dužini trupca, sadržana u nadmjeri na dužinu trupca, udjel nadmjere u volumenu trupca uglavnom je određen veličinom nadmjere na dimenzije poprečnog presjeka piljenica. Veliki dio ukupne nadmjere predstavlja nadmjera na debljinu piljenica, koja se daje zbog utezanja drva, netočnosti piljenja i dalje obrade. Prema iskustvima iz pilanske prakse, često se, posebno na debljinu piljenice, daje nešto veća nadmjera nego što bi to zahtijevali navedeni činioci.

Iskustvene nadmjere u našim pilanama vjerojatno ne odgovaraju stvarnim potrebama, ali daju stanovitu sigurnost s obzirom na nepoznanice veličina utezanja drva i netočnosti primarnog stroja.

Udjel piljevine kreće se i do 10% kod prerade trupaca na jarmači, što prema udjelu od 5% kod tračne pile, potvrđuje poznati nedostatak velike širine raspiljka kod rada s jarmačom.

Ovisno o obliku i kvaliteti ulazne sirovine, udjel krupnog pilanskog ostatka varira u širokim granicama. Srednja vrijednost udjela krupnog pilanskog ostatka za cijeli se uzorak nalazi u uobičajenim okvirima.

Kvalitativno iskorišćenje sirovine

Vrlo niskom kvalitativnom iskorišćenju razlog je svakako loša kvaliteta trupaca. Međutim, valja napomenuti da bi bilo potrebno izvršiti korekciju vrijednosnih koeficijenata koji se koriste pri proračunu kvalitativnog iskorišćenja. Naime, u pilani DIK-a »Spačva« proizvodi se građa za dalju preradu u okvirima poduzeća i za tržište. Koeficijenti vrijednosti bi se trebali odrediti tako da građa za vlastitu proizvodnju dobije veću vrijednost jer se njen manjak teško nadoknađuje i uvjetuje prekide u radu pogona.

Vrijednosno iskorišćenje sirovine

Posljedica manjeg kvantitativnog i kvalitativnog iskorišćenja kod prerade trupaca na jarmači jest vrlo nisko vrijednosno iskorišćenje. Bez obzira na vrlo lošu kvalitetu sirovine niti vrijednosno iskorišćenje, postignuto preradom na tračnoj pili, nije zadovoljavajuće.

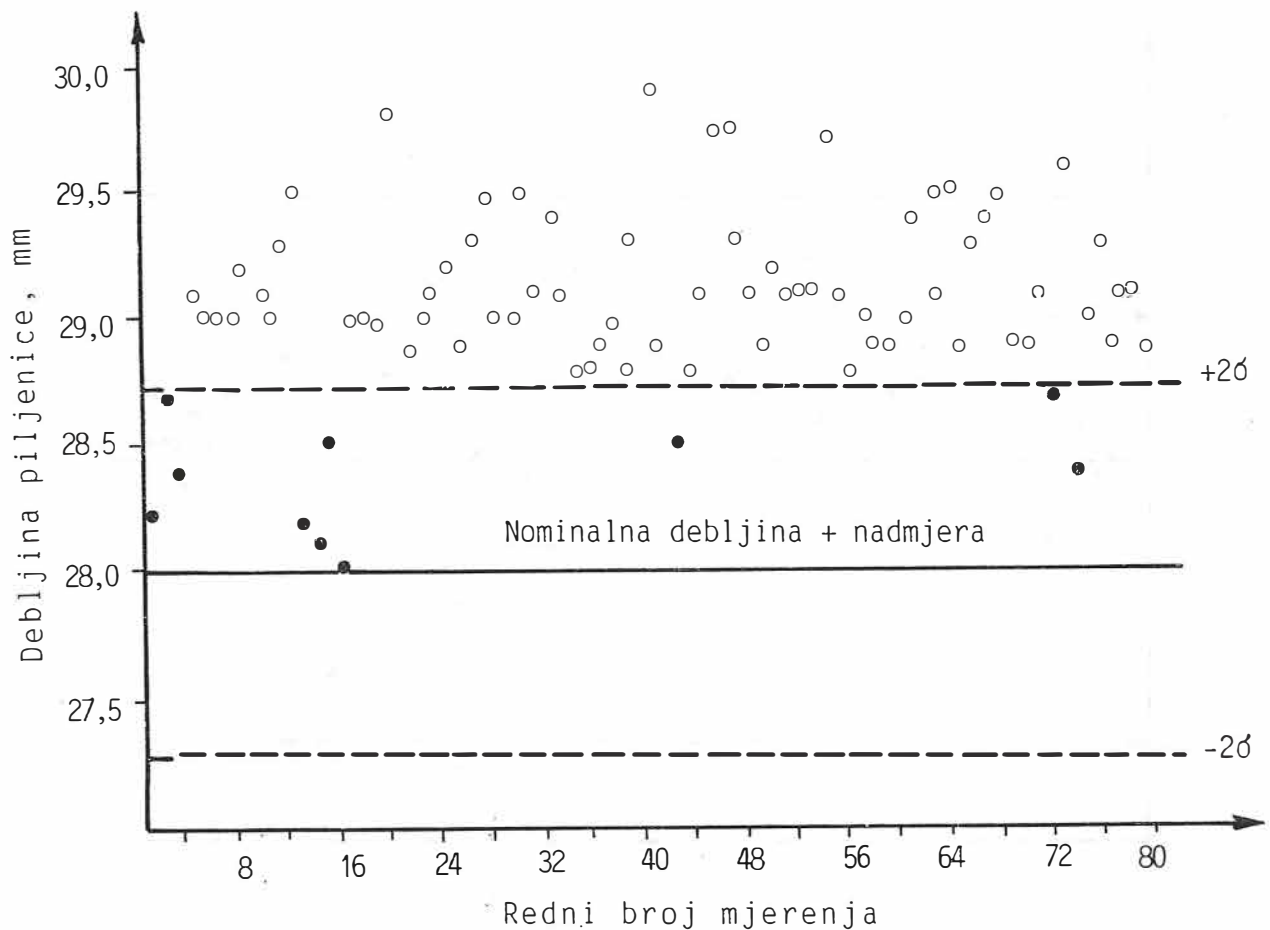
Kako bi se povećalo vrijednosno iskorišćenje sirovine, trebao bi se uzeti u razmatranje problem iskorišćenja i povećanja vrijednosti krupnog pilanskog ostatka i piljevine, koji imaju znatan udjel u volumenu ulazne sirovine, a vrijednost im je gotovo neznatna u odnosu na piljenu građu.

Točnost piljenja

Kod piljenica proizvedenih na jarmači izmjerene debljine daju srednju vrijednost 29,05 mm, što prilično odstupa od željene debljine 28 mm. Zbog toga se 87,5% podataka o debljini nalazi van određenog polja varijabiliteta debljina $\pm 2\sigma$. Razlog tomu je, između ostalog, i nepravilnost pri podešavanju stroja. Naime, zbog trošenja umetaka, koji određuju razmak susjednih pila, njihov prvotni razmak pri postavljanju raspoređa pila je podešen na 29 mm. Dužom upotrebom istog raspoređa pila razmak se smanjuje, te se na taj način osigurava potrebna debljina 28 mm. Nije potrebno naglašavati koliko nerazumnost tog postupka utječe na iskorišćenje sirovine (slika 2).

Standardna devijacija debljina, kao mjera točnosti piljenja ($\sigma = 0,37$ mm), može se smatrati povoljnom, jer se nalazi u okvirima točnosti koja se postiže jarmačama. Budući je piljenje vršeno s nabrušenim alatom i uz relativno malu brzinu pomaka, za očekivati je bitno smanjenje točnosti pri promjeni uvjeta procesa prerade.

Netočnost piljenja kod tračne pile, predstavljena varijabilitetom izmjerenih debljina piljenice



Slika 2. Rasipanje podataka o debljini piljenica proizvedenih na jarmači
 Fig. 2. Dispersion of data on sawn board thickness obtained on frame saw

ca ($\sigma = 1,1$ mm), potvrđuje negativan utjecaj velike brzine posmaka, odnosno velikog učinka na kvalitetu piljene građe. Spoznaja da je točnost piljenja kod tračnih pila znatno manja nego kod jarmača potvrđena je i u ovom eksperimentu. Međutim, treba nastojati da se razlika čim više smanji kako taj nedostatak ne bi poništio prednost tračnih pila zbog manje širine raspiljka. Premda je srednja vrijednost dobivenih rezultata 28,44 mm oko 20% izmjenjenih debljina je manje od nominalne mjere 28 mm (slika 3).

Hrapavost piljene površine

Dobiveni podaci o veličini udubina, izazvanih prvenstveno kinematikom piljenja, u skladu su s ranijim odgovarajućim istraživanjima. Uočeni su tragovi zubaca kao dominantni elementi neravnosti.

Premda se nastojalo mjeriti na zdravim dijelovima piljenica, zbog vrlo loše kvalitete pojedinih trupaca vjerojatno su podaci o veličini neravnina u tim slučajevima uvjetovani i greškama drva.

Na vanjskim stranama piljenica, kod oba načina primarne prerade, izmjerena je veća neravnost piljene površine. Kod jarmača je ta razlika nešto veća, dok je kod tračnih pila manje uoč-

ljiva. Prema dosadašnjim istraživanjima pokazalo se da tračna pila, zbog veće brzine rezanja i proširenja zubaca stlačivanjem, daje kvalitetniju piljenu površinu, što je i u ovom eksperimentu potvrđeno.

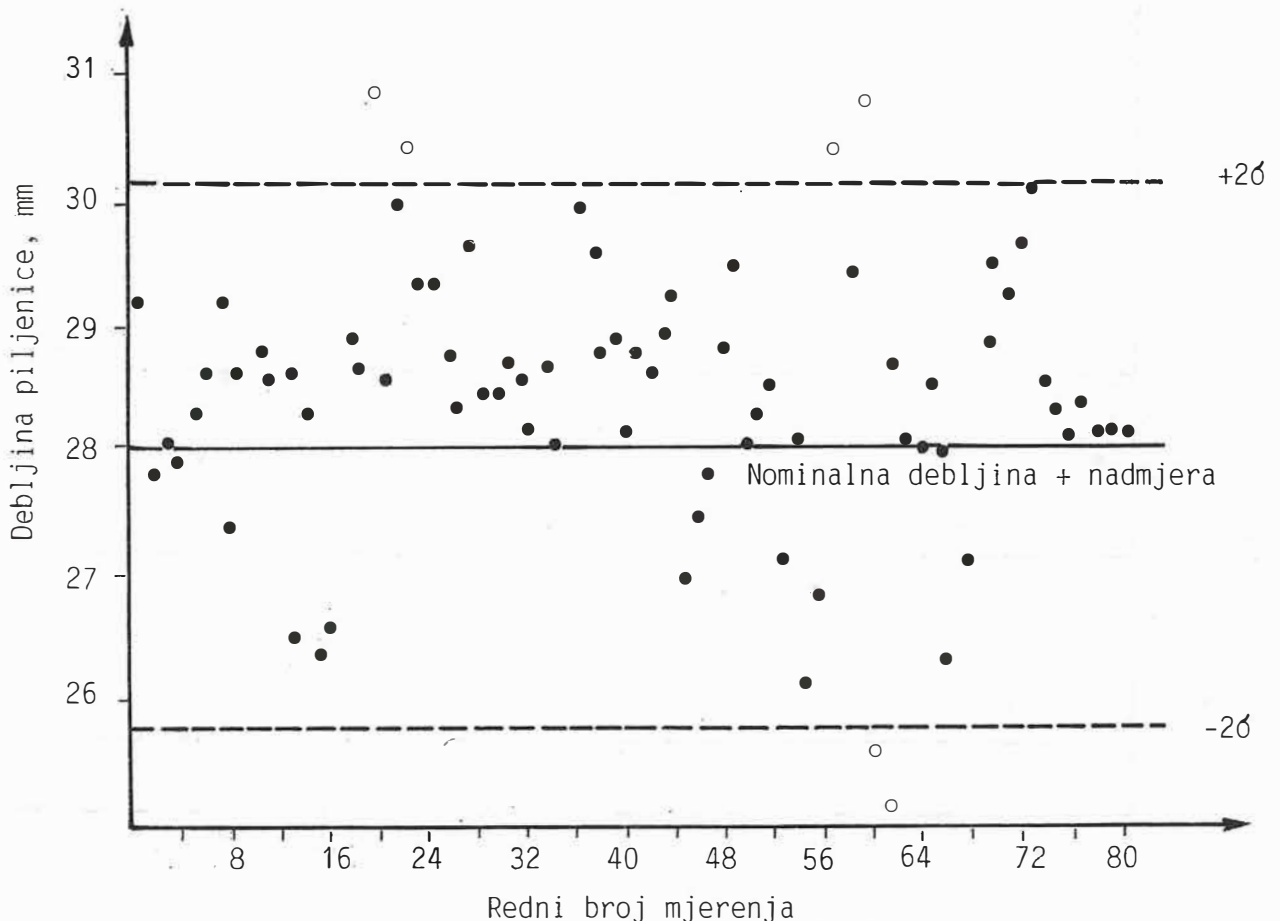
7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA 7. CONCLUSIONS

Smatramo da bi ova, premda ograničena istraživanja (jer su to piljenja u proizvodnim uvjetima u toku kojih su uzimani relativno mali uzorci), mogla ipak doprinijeti pogledu na tehnološki proces primarne prerade pilanskih trupaca, a posebno problemu iskorišćenja i kvalitete piljenja.

Provođenje sličnih istraživanja u većem opsegu omogućilo bi donošenje sigurnijih odluka o izboru načina prerade i primarnog stroja, te režima piljenja koje bi bile u skladu s raspoloživom sirovinom i potrebama tržišta.

Na osnovu provedenog istraživanja mogu se iznijeti slijedeći zaključci:

1. Trupcima lošije kvalitete i manjih promjera, kojih je sve više na stovarištima, potrebno je posvetiti određenu pažnju s obzirom na mogućnosti postizanja boljeg vrijednosnog iskorišćenja.



Slika 3. Rasipanje podataka o debljini piljenica ispiljenih tračnom pilom
 Fig. 3. Dispersion of data on sawn board thickness obtained on head hand saw

2. U DIK-u »Spačva« se treba preispitati opravdanost nadmjera, posebice na debljinu piljenica, jer se time bitno utječe na kvantitativno iskorišćenje.

3. Više pažnje treba posvetiti točnosti piljenja, naročito kod tračne pile, jer ima veliki utjecaj na kvantitativno i kvalitativno iskorišćenje trupaca.

4. Pri određivanju režima piljenja treba imati na umu ograničenja s obzirom na kvalitetu piljene površine. Veća hrapavost otežava dalju obradu i smanjuje iskorišćenje. Rezultati istraživanja potvrđuju prednost tračnih pila u postizanju finije površine piljenja.

5. Pri sastavljanju rasporeda pila kod jarmače trebale bi se, uz potrebe finalne proizvodnje i tržišta, uzeti u obzir i postavke o maksimalnom kvantitativnom iskorišćenju.

6. Koliko je moguće, treba eliminirati greške u odnosima stroj-obrada i čovjek-stroj, koje mogu biti presudni činitelji smanjenog iskorišćenja sirovine.

LITERATURA

- [1] Brežnjak, M., 1963: Analiza elemenata koji utječu na iskorišćenje pilanskih trupaca. Interna studija, Katedra za tehnologiju drva, Sumarski fakultet Zagreb.
- [2] Brežnjak, M., 1966: O kvaliteti piljenja na primarnim pilanskim strojevima. Drvna industrija 17, 11.12, str. 170—179, Zagreb.
- [3] Brežnjak, M., 1973: Mogućnosti povećanja vrijednosnog iskorišćenja sirovine u proizvodnji masivnog drva u pilanskoj proizvodnji. Centar za stručno obrazovanje, Slavonski Brod.
- [4] Brežnjak, M., 1979: Mogućnosti i dostignuća u korišćenju kompjuterske tehnike kod raspiljivanja pilanskih trupaca. Bilten ZIDI 7, (5), str. 5—14.
- [5] Brežnjak, M., Herak, V., 1970: Kvaliteta piljenja na suvremenim primarnim pilanskim strojevima. Drvna industrija 21, 1/2, str. 2—12, Zagreb.
- [6] Butković, Đ., 1985: Problem procjene kvalitete piljenica kod simuliranog piljenja. Znanstveni rad, 7. međunarodni simpozij »Projektiranje i proizvodnja podržani računalom«, str. 629—634, Zagreb.
- [7] Butković, Đ., 1979: Komparativna istraživanja volumnog iskorišćenja trupaca kod simuliranog i eksperimentalnog piljenja. Bilten ZIDI 7, (5), str. 41—51.
- [8] Hitrec, V., 1979: Određivanje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca metodom simuliranja. Bilten ZIDI 7, (5), str. 34—40.
- [9] Hitrec, V., 1983: Utjecaj debljine i pada promjera trupca, te širine raspiljka i netočnosti piljenja na volumno iskorišćenje trupaca kod piljenja na jarmačama te neke ideje za sortiranje trupaca. Bilten ZIDI 3, (11), str. 64—83.
- [10] Kenjić, Z., 1990: Utjecaj nepravde srži na iskorišćenje bukovih pilanskih trupaca piljenjem tračnim pilama na dva različita načina. Magistarski rad, Zagreb.
- [11] Maun, K.W., 1977: An economically viable computer-aided system for British sawmills. Princes Risborough Laboratory.
- [12] McDonald, K.A., 1978: Lumber defect detection by ultrasonics. Forest Products Laboratory, Forest Service, Madison, Wis., Res. FPL 311.
- [13] Richards, D.B., 1973: Hardwood lumber yield by various simulated sawing methods. University of Kentucky, Lexington.
- [14] Zupčević, R., 1983: Utjecaj kvalitete i dimenzija bukovih trupaca na iskorišćenje. Drvna industrija 34, 5/6, str. 131—136, Zagreb.
- [15] Taylor, F.W., Wagner, F.G., McMillin, C.W., Morgan, I.L., Hopkins, F.F., 1984: Locating knots by industrial tomography — A feasibility study. Forest Products Journal 34 (5), str. 42—46, Forest Products Research Society.

Recenzent: prof. dr. Marijan Brežnjak