

# Problematika razvoja mehaničke prerade drva\*

## PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF MECHANICAL WOOD TREATMENT

Dr. Tomislav Prka, dipl. ing.  
DI »Česma«, Bjelovar

Stručni rad

Prispjelo: 4. svibnja 1990.  
Prihvaćeno: 6. lipnja 1990.

UDK 630\*8

### S a ž e t a k

U prvom dijelu izlaganja objašnjavaju se osnovni pojmovi — termini (koji se u literaturi i praksi različito tumače) i njihovo značenje. O tehničko-tehnološkim karakteristikama mehaničke prerade drva i dosadašnjem razvoju djelatnosti-proizvodnji piljenica, furnira, stolarskih ploča, iverica i ostalih proizvoda mehaničke prerade drva, govori se u drugom dijelu referata. O mogućnostima i trendu razvoja mehaničke prerade po osnovnim djelatnostima izlaže se u trećem dijelu referata s naglašenom primjenom elektroničkog računala i dr. suvremenih sredstava za upravljanje tehnologijom i proizvodnjom uopće.

### S u m m a r y

In the first part of his paper the author exposes the main concepts-terms (which are differently explained in the literature and in practice) and their significance. In the second part he discusses the basic technical-technological characteristics of mechanical wood treatment and development of basic activities: production of boards, veneer, joinery, laminated boards, particle boards and other products of mechanical wood treatment. The third part deals with possibilities and trends in the development of mechanical wood treatment according to the basic activities, with emphasized application of computers and other contemporary instruments for managing technology and production in general.

## 1. UVOD

Drvnotehnološka struka, u novije vrijeme, pod pojmom primarna prerada drva podrazumijeva raspiljivanje trupaca na primarnim stromovima u pilani. Uobičajen, tradicionalan pojam pilanske prerade drva zamijenjen je pojmom tehnologija masivnog drva, što pilanskoj preradi drva daje šire tehnološko značenje od proizvodnje klasičnih piljenica. Tehnologija masivnog drva podrazumijeva i niz tzv. viših faza obrade, kao što su npr. izrada piljenih elemenata za finalnu industriju, hidrotermičku obradu, dužinsko i širinsko spajanje elemenata i sl., a što sve skupa sačinjava suvremenu pilansku preradu drva. U tehnologiji masivnog drva primarna prerada je prva faza i podrazumijeva raspiljivanje trupaca u primarne piljenice, koje su namijenjene za nepoznatog kupca ili za dalju preradu u piljene elemente.

Pojašnjenje pojma primarne prerade drva nužno je i zbog toga što se često u svakodnevnoj praksi zamjenjuje s pojmom mehanička prerada drva. Često se u praksi u područje primarne prerade drva svrstavaju sve one prerade drva kod kojih je drvna sirovina predmet obrade, i to sirovine proizvedene u šumi. Ovako podrazumijevanje primarne prerade drva odgovara stručnoj i

znanstvenoj podjeli prerade drva, koja je poznata kao područje mehaničke prerade drva. Osnovno obilježje mehaničke prerade drva je u tome da drvo preradom mijenja svoj oblik i dimenzije, a anatomska i kemijska građa ostaje nepromijenjena.

Mehanička prerada drva vrlo je rašireno područje tehnoloških procesa prerade drva. Područje mehaničke prerade drva dijeli se prema predmetu prerade na: mehaničku preradu trupaca i na mehaničku preradu piljenog, rezanog i ljuštenog drva. Prema cilju prerade, mehanička prerada drva dijeli se na:

- proizvodnju piljenog drva,
- proizvodnju furnira i vezanog drva,
- finalnu preradu drva i
- ostala područja mehaničke prerade drva.

Uvažavajući pojam i područje mehaničke prerade drva, pod ovim područjem podrazumijevat ćemo u ovom razmatranju proizvodnje koje kao predmet prerade imaju drvnu sirovinu proizvedenu u šumi. Ovako postavljeno područje mehaničke prerade drva sačinjavale bi prerade kao što su:

- pilanska prerada,
- proizvodnja rezanog i ljuštenog furnira,
- proizvodnja stolarskih i furnirskih ploča i
- proizvodnja ploča od usitnjenog drva .

Područje mehaničke prerade drva, a koje je definirano na spomenuti način, obuhvatilo bi pi-

\* Referat na 94. Skupštini Saveza inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije Hrvatske, održanoj 26. VI. 1989. u Delnicama. Članak je već objavljen u Šumarskom listu 113 (1989), 9—10, str. 463—475, ali ga objavujemo zbog važnosti članka za drvnu industriju.

lansku i polufinalnu preradu drva, koja je podjela vrlo česta u našoj drvnotehnoškoj praksi. Vrlo česta zamjena u praksi pojma mehaničke prerade drva s pojmom primarne prerade drva nije održiva iz nekoliko razloga, kao što su: pod primarnom preradom drva i u znanosti i u struci podrazumijeva se raspiljivanje trupaca, pojam primarne prerade drva je nastao od primarnog raspiljivanja, iz čega je izveden pojam primarna prerada drva i sl.

Postavljena na ovakav način, mehanička prerada drva ima veliko značenje u privredi Jugoslavije. Ovo najbolje ilustriraju slijedeći podaci:

- proizvodnja piljene građe četinjača u 1987. godini iznosila je 2 milijuna i 381 tisuću m<sup>3</sup>, a u 1988. godini 2 milijuna i 290 tisuća m<sup>3</sup>,
- proizvodnja piljene građe listača u 1987. godini iznosila je 2 milijuna i 206 tisuća m<sup>3</sup>, a u 1988. godini 2 milijuna i 287 tisuća m<sup>3</sup>,
- proizvodnja svih vrsta furnira u 1987. godini iznosila je 242.137 m<sup>3</sup>, a u 1988. godini 236.327 m<sup>3</sup>,
- proizvodnja šperploča u 1987. godini iznosila je 93.501 m<sup>3</sup>, a u 1988. godini 90.491 m<sup>3</sup>,
- proizvodnja stolarskih ploča u 1987. godini iznosila je 42.113 m<sup>3</sup>, a u 1988. godini 47.076 m<sup>3</sup>,
- proizvodnja vlaknatica u 1987. godini iznosila je 32 milijuna i 215 tisuća m<sup>2</sup>, a u 1988. godini 34 milijuna i 553 tisuća m<sup>2</sup>,
- proizvodnja iverica iznosila je u 1987. godini 718.490 m<sup>3</sup>, a u 1988. godini 736.900 m<sup>3</sup>.

Šumarstvo Jugoslavije je u istom razdoblju prodalo (pretpostavlja se i proizvelo) slijedeće drvene sortimente:

- 7 milijuna i 698 tisuća m<sup>3</sup> pilanskih trupaca svih vrsta drva u 1987. godini, a u 1988. godini 7 milijuna i 682 tisuća m<sup>3</sup>,
- 685 tisuća m<sup>3</sup> trupaca za furnir i ljuštenje u 1987. godini, a u 1988. godini 724 tisuće m<sup>3</sup>,
- 6 milijuna i 89 tisuća m<sup>3</sup> drva za celulozu i ogrjev u 1987. godini, a u 1988. godini 6 milijuna i 344 tisuće m<sup>3</sup>.

Značenje područja mehaničke prerade drva u Jugoslaviji nije ništa manje ni za Hrvatsku, što najbolje mogu potkrijepiti slijedeći podaci:

- proizvodnja piljene građe četinjača u 1987. godini iznosila je 293.652 m<sup>3</sup>, a u 1988. godini 218.408 m<sup>3</sup>,
- proizvodnja piljene građe listača u 1987. godini iznosila je 830.182 m<sup>3</sup>, a u 1988. godini iznosila je 876.608 m<sup>3</sup>,
- proizvodnja svih vrsta furnira u 1987. godini iznosila je 48.804 m<sup>3</sup>, a u 1988. godini 45.821 m<sup>3</sup>,
- proizvodnja svih vrsta ploča (furnirskih, stolarskih i ploča iverica) u 1987. godini iznosila je 120.000 m<sup>3</sup>, a u 1988. godini 116.000 m<sup>3</sup>.

Šumarstvo Republike Hrvatske u 1987. godini proizvelo je pilanskih trupaca svih vrsta: 1 milijun 833 tisuće i 583 m<sup>3</sup>, a u 1988. godini 1 milijun 946 tisuće i 18 m<sup>3</sup>. U 1987. godini proizvedeno je 294.554 m<sup>3</sup> trupaca za furnir i ljuštenje, a u 1988. godini 286.086 m<sup>3</sup>. Šumarstvo je u 1987. godini proizvelo 1 milijun 623 tisuće i 264 m<sup>3</sup> drva za celulozu i ogrjev, a u 1988. godini 1 milijun 680 tisuća i 439 m<sup>3</sup>.

## 2. OSNOVNE TEHNIČKO-TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE MEHANIČKE PRERADE

Značajan preokret u razvoju tehnike i tehnologije za preradu drva nastao je iza 1945. godine, kada je taj razvoj prestao biti rezultat industrijskih pokušaja, uspjeha i lutanja. Današnje stanje i razvoj prerade drva pokazuje da je taj dalji razvoj baziran i uvjetovan znanstvenoistraživačkim, laboratorijskim i drugim formama istraživanja.

Na razvoj mehaničke prerade drva, kod nas, od drugog svjetskog rata djelovalo je više činičaca, koji su kod ove prerade uvjetovali nekoliko razdoblja razvoja.

U godinama nakon rata glavni primarni stroj u našim pilanama bile su jarmače. Ovo razdoblje pilanske prerade drva karakterizira proizvodnja za nepoznato tržište i nepoznat gotov proizvod. U ovom razdoblju pilane su bile posebno zainteresirane za proizvodnju što veće količine piljenica iz trupaca.

Sve veća potražnja za kvalitetnim piljenicama (osobito hrastovine i bukovine) za potrebe finalne prerade drva, uz istovremeni pad kvalitete pilanskih trupaca, pridonijelo je uvođenjem tračnih pila trupčara, prvenstveno kod prerade hrastovih i bukovih trupaca. Individualno piljenje, posebno hrastovih pilanskih trupaca tračnom pilom trupčarom, dovelo je do značajnog povećanja izrade kvalitetnih piljenica.

Jak razvoj furnirske prerade drva, pred petnaestak i više godina, doveo je do još većeg osiromašenja pilanske prerade u kvalitetnim trupcima i trupcima većih promjera. Tržište pilanskih proizvoda i dalje je potraživalo kvalitetne proizvode, a što se još više zaoštravalo daljim razvojem finalne prerade drva.

Uz ostalo i ovo je pridonijelo da se pilanska prerada unaprijedi u smislu veće finalizacije u samoj pilanskoj preradi. Ovo je dovelo do razvoja namjenske pilanske tehnologije, koja izrađuje specificirane proizvode za poznate finalne proizvode.

Ozbiljnija i masovnija proizvodnja furnira, furnirskih i stolarskih ploča započinje kod nas prije 60-tih godina.

Furnirske ploče i furnirski otpresci čine danas u svijetu važne proizvode od drva, što se također odnosi i na Jugoslaviju. Nažalost, ova

konstatacija ne vrijedi za Hrvatsku, jer proizvodnja furnirskih ploča u Hrvatskoj sudjeluje s oko 8% u jugoslavenskoj proizvodnji, što, s obzirom na potrebe te mogućnosti i raspoloživu sirovinu, nije zadovoljavajuće. Poznato je da se furnirske ploče i furnirski otpresci proizvode od konstruktivnih furnira dobivenih tehnikom ljuštenja.

Za slojevite proizvode mogu se upotrijebiti razne vrste drva i njihove kombinacije u jednoj konstrukciji te razne vrste ljepila. U našim proizvodnjama furnirske ploče izrađuju se od bukove s manjim količinama od topolova drva, što također na jedan način smanjuje mogućnost povećanja proizvodnje furnirskih ploča.

Također za proizvodnju plemenitog furnira mogu se upotrebljavati mnoge vrste drva. U Jugoslaviji, uz poznate vrste listača, prerađuju se i određene vrste četinjača u plemeniti furnir. U Hrvatskoj proizvodnja plemenitog furnira je bazirana na hrastovu drvu, a furnir se proizvodi i od jasenova i bukova drva, te simbolično i od drugih tvrdih listača i od pojedinih voćkarica.

Proizvodnja ploča od usitnjenog drva predstavlja realizaciju ideje o integralnom iskorištenju drvene sirovine. Ova ideja stara je i dobro poznata, no njena realizacija je relativno novijeg vremena. Osnovni motiv koji pokreće proizvodnju ploča od usitnjenog drva jest:

- veliko iskorištenje drva,
- uporaba manje vrijednih drvnih sortimenata,
- uporaba raznih nusproizvoda iz mehaničke prerade drva,
- iskorištenje ostalih lignoceluloznih tvari,
- u određenim primjenama uspješna zamjena za furnirske i stolarske ploče, koje se proizvode od vrednijih drvnih sortimenata.

U svijetu se danas proizvodi godišnje oko 57 milijuna m<sup>3</sup> ploča od usitnjenog drva, u čemu proizvodnja ploča iverica sudjeluje s oko 70%, vlaknatica po mokrom postupku s 26% i vlaknatica po suhom postupku tzv. MDF ploče s 4%. U ovoj količini Evropa sudjeluje s oko 40%. Danas se u Evropi proizvodi oko 80% iverica, vlaknatica i MDF-ploča oko 10% i furnirskih i stolarskih ploča oko 10%.

Proizvodnja ploča iverica kod nas započela je oko 1959. godine izgradnjom 17 tvornica. Ove tvornice imale su male kapacitete, tehnološki i konceptijski bile su zastarjele već u razdoblju projektiranja i izgradnje. Instalirani kapaciteti ovih tvornica iznosili su godišnje 160.000 m<sup>3</sup>, a nisu u proizvodnji dostignuti. Proizvodnja ploča bila je vrlo niske kvalitete, koja nije mogla zadovoljiti suvremenu finalnu industriju drva. Od 1970. godine započela je izgradnja novih pogona za proizvodnju iverica, koje dostižu maksimalnu proizvodnju u 1980. godini od 811.000 m<sup>3</sup> iverica, a potom bilježi lagan pad prosječno 2,7% godiš-

nje, tako da se sadašnja proizvodnja iverice ustalila na oko 720—735.000 m<sup>3</sup> godišnje.

Proizvodnja vlaknatica i MDF-ploča u Jugoslaviji već se duže vrijeme zadržava na određenom nivou, s tim da u Hrvatskoj nema ni jedan izgrađen kapacitet ove proizvodnje. Određene prednosti MDF-ploče imaju kod rubne obrade i površinskih aplikacija. Djelomično zalaze u neka područja primjene iverica, ali im je glavna primjena u nastojanju da zamijene pojedina područja masivnog drva.

Konkurencija ivericama još nije oštra zbog viših troškova i cijena MDF-ploča. Poboljšanja i ujednačivanja kvalitete ovih ploča (homogenost, čvrstoća rubova, jednakost površine i dr.), koja su učinjena u zadnjim godinama dovelo je do proširenja područja primjene, što je pridonijelo određenoj racionalizaciji u industriji namještaja.

Prerada stabala u trupce, prerada trupaca u piljenice, furnir i furnirske ploče, te njihova dalja prerada i uporaba u izradi finalnog proizvoda složen je, ali u osnovi jedinstven tehnološki proces. To znači da se već prilikom izrade trupaca (a moglo bi se ići i još unaprijed, čak i do uzgoja stabla) vodi, ili bi se bar trebala voditi, briga o krajnjem polufinalnom i finalnom proizvodu koji će se od drva izraditi. S obzirom na neke specifičnosti tog složenog tehnološkog (i ne samo tehnološkog) procesa »stablo-finalni proizvod«, pojedini dijelovi tog procesa organizirani su u posebne organizacijske — tehnološke cjeline, poput eksploatacije šuma, pilanske prerade, furnirske proizvodnje i dr., i finalne prerade drva. Iako su oni takvi da su posebno zaokruženi, proizvodni procesi u većoj ili manjoj mjeri međusobno ovisni i na razne načine utječu jedni na druge.

Mehanička prerada drva omogućuje razmatranje kompleksnog iskorištenja drva, a koje se može razmatrati kao pitanje što boljeg i racionalnijeg iskorištenja cijelog stabla, posebno debela, prilikom prikrajanja u trupce (pilanske, furnirske i dr.) te u oblovinu za celulozu, ploče od usitnjenog drva i sl., ili kao pitanje optimalnog i kompleksnog iskorištenja već izrađenih trupaca u samoj pilanskoj, furnirskoj i drugoj tehnologiji.

Kompleksno iskorištenje najbolje ilustrira primjer gdje grubi pokazatelji za srednjevropske prilike pokazuju da od cijelog stabla, i to u povoljnim uvjetima, na pilanske trupce otpada 35%, na piljenice 23%, a na gotove proizvode samo 18%.

Iskorištenje drva u proizvodnji iverica, vlaknatica i MDF-ploča iznosi oko 80%. Uz visoki postotak iskorištenja drva u proizvodnji iverica, treba spomenuti da se za proizvodnju tih ploča rabi prostorno drvo u oko 80% i ostaci iz mehaničke prerade drva u oko 20%.

Nedostatak sirovine za proizvodnju piljene građe, furnira i furnirskih ploča uvjetuje sve veće angažiranje na pronalaženju načina za povećanje

iskorištenja sirovine. Problematika racionalnog korištenja sirovinom u mehaničkoj preradi drva ogleda se u njenu boljem iskorištenju, kako u gotov proizvod mehaničke prerade tako i u ostale produkte industrijskog drva, uz istovremeno dobivanje veće kvalitete proizvoda, primjenom suvremene tehnologije.

Već je relativno dugo poznato da se odgovarajućim programiranjem krojenja debla u trupce za mehaničku prerade drva može postići znatno bolje kvantitativno i kvalitativno iskorištenje debla. Adekvatnim prikraćivanjem debla u trupce za pilanarstvo, proizvodnju furnira i ploča, mogu se postići znatna povećanja vrijednosti gotovih proizvoda i povećati kvantitativno iskorištenje trupaca kod prerade u piljenu građu i polufinalne proizvode. Moguće je postići još i povoljnije rezultate, ako se krojenje i prikraćivanje debla vrši u samoj drvnjoj industriji, a koja, uz pilansku prerade, ima i jednu ili više polufinalnih proizvodnja, i to u trupce po kvaliteti i dimenzijama kako najbolje odgovara za pojedinu mehaničku preradu drva. Razvoj ideje kompleksnog iskorištenja pilanskih trupaca doveo je do primjene tehnike i tehnologije prerade trupaca iveranjem. Iveranje trupaca pojednostavnjuje proizvodnju, daje vrlo visoku produktivnost i povećava kompleksno iskorištenje, ali na štetu iskorištenja u obliku piljenica. Općenito se smatra da ovakve uvjetno nazvane pilane mogu doći u obzir kod prerade tankih trupaca lošije kvalitete.

Drvo za proizvodnju ploča od usitnjenog drva predstavlja poseban sortiment. Drvo može biti izrađeno kao prostorno drvo u obliku cjepanica i oblica, te nadalje kao oblovina. Kao sirovina dolaze u obzir ostaci od mehaničke prerade drva i šumski ostaci, koji mogu biti izrađeni u obliku sječke. U našoj mehaničkoj preradi drva, kao i u šumama, postoje još velike rezerve u tzv. ostacima, koji prerađeni u oblik sječke mogu osigurati nove kapacitete u proizvodnji ploča od usitnjenog drva. Kod izrade drva za ploče od usitnjenog drva sve više se primjenjuje izrada višemetarskog drva, što smanjuje troškove kod sječe, izrade i transporta. Ovako izrađenim drvom, kod pojedinih vrsta drva, povećava sesklonost propadanju kod dužeg stajanja, a ni utvrđeni način mjerenja, odnosno utvrđivanja količine, nije zadovoljavajući.

Osnovna sirovina u preradi drva su trupci čiju kvalitetu i dimenzije u pravilu određuje standard. Kao pilanska sirovina još se pojavljuje tanka oblovina, oblovina ispod standardne kvalitete i tehnička oblica i cjepanica. Pilane se mogu podijeliti prema svojim specifičnim osobinama. Obično se naglašava važnost podjele prema vrsti drva koje se prerađuje, prema kapacitetu, prema vrstama primarnih strojeva, te prema osobinama i namjeni pilanskih proizvoda. S obzirom na vrstu drva koje se prerađuje, obično se govori o pilanama za preradu četinjača, pilanama za pre-

radu listača, mješovitim pilanama, te o pilanama za preradu egzota.

Prema kapacitetu prerade, pilane se mogu podijeliti na veće, srednje i manje. Ta je podjela različita u raznim dijelovima svijeta, pa se tako u Jugoslaviji u srednje velikim pilanama za preradu listača godišnje preradi oko 30.000 m<sup>3</sup> trupaca, a u srednje velikim pilanama za preradu četinjača godišnje se preradi preko 60.000 m<sup>3</sup> trupaca.

Najkvalitetniji dio debla raznih vrsta drva (naročito hrastovo, jasenovo i bukovo) završava u proizvodnji plemenitog furnira i proizvodnji furnirskih i stolarskih ploča. U ovim proizvodnjama iskorištenje sirovine kreće se u širokim granicama, što je ovisno o kvaliteti i promjeru trupaca.

### 3. TREND RAZVOJA MEHANIČKE PRERADE

Danas se na području SR Hrvatske proizvodi oko 1,7 do 1,9 milijuna m<sup>3</sup> pilanskih trupaca svih vrsta, a ukupno instalirani kapaciteti iznose preko 2,2 milijuna m<sup>3</sup> trupaca godišnje. Analize i studije pokazuju da se prosječno iskorištenje pilanskih kapaciteta nalazi ispod 70% s radom u dvije smjene. Dio pilanskih kapaciteta osigurava sirovinu za rad u dvije smjene na užem alimentacijskom području, a drugi dio se snalazi na širem području Hrvatske.

Proizvodnja trupaca za izradu furnira i furnirskih ploča kreće se oko 280 tisuća m<sup>3</sup> godišnje, i trebala bi biti dovoljna za podmirivanje instaliranih kapaciteta u Hrvatskoj. Problem snabdijevanja trupcima nije pitanje stvarnog manjka kvalitetnih trupaca, već više pitanje raznih odnosa, uključujući i zatvaranje u lokalne granice šumarstva i prerade drva, te nezainteresiranost ovih proizvodnja za preradu trupaca i od drugih vrsta drva.

Proizvodnja ploča od usitnjenog drva u Hrvatskoj ustalila se na oko 120.000 m<sup>3</sup> godišnje, a za tu proizvodnju je potrebno oko 180.000 m<sup>3</sup> drvene sirovine. S obzirom da se godišnje proizvodi oko 1 milijun i 500 tisuća m<sup>3</sup> ovog drva, ne bi trebalo biti problema ni u osiguranju novih kapaciteta potrebnim količinama drva, uzimajući u obzir potrebe proizvodnje celuloze i kućanstava za ogrjevom.

Razvoj pilanske industrije ovisan je prije svega o mogućnostima opskrbe pilana sirovinom, pilanskom oblovinom.

Tehnološke promjene i razvoj idu za tim da se pilane osposobe za uspješnu preradu do sada manje iskorištivanih vrsta drva, te da se efikasno prerađuje tanka i niskokvalitetna oblovina organiziranjem za tu svrhu specijaliziranih tehnoloških linija. Uzimajući u obzir sadašnji stupanj razvijenosti finalne prerade drva i njen dalji

razvoj, i kod nas i u svijetu, u budućnosti neće biti dovoljno pilanskih proizvoda izrađenih od standardnih krupnih trupaca za snabdijevanje finalne industrije. Prema tome, za pilane bit će u budućnosti, još više nego do sada, važno da svoju tehnologiju podese za uspješnu preradu i trupaca lošije kvalitete i tanke oblovine.

Brz rast cijena drvene sirovine, uz stalan pad kvalitete i promjera drvnih sortimenata, iziskuje nove napore za racionalnom upotrebom drvene mase i pronalaženjem ekonomičnih metoda prerade onih vrsta drva za koje nije bilo interesa za preradu. Dalji razvoj pilanske prerade u do- glednoj budućnosti ograničen je prije svega mogućnošću opskrbe pilana sirovinom. Bez obzira na napore oko proizvodnje veće količine sirovine za drvenu industriju, ne može se očekivati znatnije povećanje opskrbe pilanskom sirovinom iz domaćih izvora, a niti iz uvoza. S toga se pilanarstvo mora prije svega usmjeriti na unapređenje vlastite organizacije rada i tehnologije i opremiti se suvremenom opremom.

Zbog znatnog udjela cijene sirovine u proizvodnim troškovima mehaničke prerade drva, iskorištenje sirovine jedan je od odlučujućih faktora koji utječe na uspješnost proizvodnje.

Sadašnje tehničko-tehnološke i organizacijske mogućnosti u mehaničkoj preradi drva kod prerade ovakve sirovine ne ostvaruju zadovoljavajuću produktivnost rada, što s iskorištenjem sirovine i narušenim uvjetima privređivanja, kao i niske društvene produktivnosti rada, dovodi ovu granu privrede u sve nepovoljniji položaj.

Pod racionalnom preradom trupaca podrazumijeva se način raspiljivanja, rezanja ili ljuštenja koji će dati najvažnije pokazatelje uspješnosti rada pilane, proizvodnje furnira i drugih prerada. Ti pokazatelji mogu biti tehnološki, ekonomski i drugi. U krajnjoj liniji svi se pokazatelji uspješne prerade mogu iskazati odgovarajućim ekonomskim pokazateljima.

Tehnološki pokazatelji uspješne prerade trupaca u mehaničkoj preradi drva jesu: iskorištenje trupaca u obliku piljenica, u obliku rezanog i ljuštenog furnira, gotovog pilanskog i furnirskog proizvoda, kompleksnog iskorištenja trupaca, izvršenja proizvodnje prema specifikaciji i dr.

Pokazatelji iskorištenja trupaca u obliku piljenice, furnira ili furnirske ploče izvanredno su važni za uspješnost mehaničke prerade drva, jer su piljenice, furnir i furnirske ploče proizvodi radi kojih se trupci prerađuju i jer je njihova vrijednost u mehaničkoj preradi najveća.

Promatranje iskorištenja trupaca samo sa stajališta proizvodnje piljene građe, plemenitog furnira i furnirskih ploča opravdano je kada svi ostaci pri preradi trupaca u ove gotove proizvode nemaju nikakvu vrijednost i kada se radi o zanemarljivim količinama. Međutim, danas je u suvremenoj mehaničkoj preradi stanje takvo da

najčešće svi oblici ostatka mehaničke prerade imaju veću ili manju vrijednost, pa se o tom ostatku govori kao o nusproizvodu (npr. sječka dobivena od krupnih ostataka) u mehaničkoj preradi drva. Zbog toga je kompleksno iskorištenje trupaca (tj. iskorištenje u obliku gotovog proizvoda i odgovarajućih nusproizvoda) potpuniji pokazatelj racionalne prerade trupaca.

U našoj mehaničkoj preradi drva pojavljuju se velike količine tzv. nusproizvoda, koji se još uvijek ne iskorišćuju racionalno, te se iz tog razloga ne može govoriti o potpunoj racionalnoj preradi trupaca. Jedan dio ovih ostataka rabi se za proizvodnju tehnološke energije, jedan dio u obliku sječke, piljevine i dr., u proizvodnji ploča od usitnjenog drva, u proizvodnji celuloze i briketa. Imajući u vidu velike količine kore od sirovine koja se prerađuje u mehaničkoj preradi drva, te raznih ostataka u šumi kod sječe i izrade drvnih sortimenata, upotreba ovih ostataka nije ni manjim dijelom razriješana u smislu racionalizacije drvene mase. Uz to, ovakva kakva je predstavlja i određeni problem ekologije i zaštite čovjekove okoline.

Proizvodi mehaničke prerade drva bili su, a takvi su i danas, uglavnom poludovršeni proizvodi.

To znači da se većina tih proizvoda dalje, u pogonima finalne prerade, prerađuje u gotov konačni proizvod. Sve suvremene mehaničke prerade drva imaju više ili manje identične faze rada, kao što su prerada trupaca, industrijsko sušenje proizvoda, obrada na proizvodne specifičnosti dimenzija, lijepljenja drva i dr., i u tom pogledu nema bitnih razlika u težini pojedinih tehnologija.

Prijašnja je pilanska tehnologija proizvodila standardne piljenice, uglavnom za nepoznatog potrošača i za nepoznat proizvod, dok je novija pilanska tehnologija organizirana u smislu proizvodnje specifičnih proizvoda za određene gotove finalne proizvode. U odnosu na ostalu mehaničku preradu drva, pilanska tehnologija je znatno unaprijedila svoje gotove proizvode u smislu finalizacije. Pilanski proizvodi dolaze u finalnu preradu drva u dva oblika: kao neokrajčena građa i elementi, koji mogu imati dimenzije koje točno odgovaraju finalnom proizvodu, kao i stupanj suhoće i dr. U kojem će obliku oni biti isporučeni ovisi o nizu faktora: opremljenosti pilane i finale strojevima za izradu elemenata, načinu sušenja, transportu, uskladištenju, ekonomskim faktorima itd.

Proizvodi ostale mehaničke prerade (plemeniti furnir, furnirske ploče i ploče od usitnjenog drva) u pravilu dolaze u finalnu preradu drva samo u klasičnom obliku, s potrebnom kvalitetom i teksturom i dimenzijama koje osiguravaju najbolje iskorištenje za dotičnu finalnu preradu drva. Promjene se javljaju dijelom u spajanju furnira po dužinama i širinama, te se prema po-

trebi finalne prerade drva isporučuju određene površine furnira u određenoj kvaliteti, te u dijelu krojenja ploča na dimenzije potrebne finalnoj preradi drva, u oplemenjivanju i furniranju ploča materijalima koji su potrebni za finalni proizvod od drva.

Sadašnja pilanska tehnika i tehnologija ne daje mogućnosti trajnijeg porasta proizvodnosti rada. Kvaliteta trupaca uvjetuje smanjene iskorištenja, koje je teško sa sadašnjim postrojenjem, a naročito u doradnoj preradi, i zadržati, a gotovo nikako i povećati. Sve veći napad sitnih proizvoda (npr. popruga) nužno vodi smanjenju iskorištenja pilanskih trupaca i smanjenju proizvodnosti rada. Prosječni promjer pilanskih trupaca je sve niži, a što prati i pad kvalitete, jer dio kvalitetnijih i trupaca većih promjera, već odavno, u pojedinim područjima i regijama, završava u pogonima proizvodnje furnira. I ovo donosi u prosjeku smanjenje iskorištenja kod pilanske prerade drva. Tehnologija u pilanskoj preradi drva zaustavljena na ostvarenju pred petnaestak godina, kada je ipak situacija sa sirovinom bila povoljnija nego što je danas, a posebno nego što se očekuje u bližoj budućnosti. Ova tehnologija, kao i postrojenja na kojima se proizvode pilanski proizvodi, nije u mogućnosti iz raspoložive sirovine ostvariti povoljnije pokazatelje proizvodnje.

Za sadašnju situaciju u pilanskoj, i ne samo u pilanskoj preradi drva, može se reći da se približava kritičnoj točki. S jedne strane nužni su zahvati u tehnologiji i postrojenju, a s druge strane ulaganja u tehnologiju su velika, i u pravilu pilane nemaju vlastita sredstva kojima bi mogle izvršiti svoju modernizaciju.

Naše pilane koje prerađuju tvrde listae u većini slučajeva imaju kapacitet godišnjeg proreza oko 20—35.000 m<sup>3</sup> trupaca. Mogućnost većeg proreza iz svih navedenih razloga nema. Ovo onemogućuje opravdanosti većeg ulaganja radi znatnijeg povećanja proreza trupaca. Složena problematika u pilanskoj (a i u drugim mehaničkim preradama) proizvodnji drva upućuje na vrlo racionalna ulaganja, ali uz uvjet ostvarenja novih tehnologija u namjenskoj pilanskoj industriji.

Informatička revolucija u prvom redu izaziva bitne promjene u finalnoj proizvodnji drva, s time što će na tržištu opstati samo oni koji su maksimalno fleksibilni, tj. koji mogu svoje proizvodne programe u najkraćem vremenu prilagoditi novim zahtjevima. Pokazalo se da fleksibilnost velikih postrojenja nije gotovo nikakva, i da su gubici, zbog čestih promjena u programu proizvodnje, zatim veličine serija koje fleksibilni program nameće, daleko veći od prednosti koje veliko postrojenje može imati pred malim.

U takvim uvjetima proizlaze za mehaničku preradu, a posebno za pilanarstvo, određene posljedice: oni moraju imati mogućnosti da u najkra-

ćem roku kupcu ponude specifične proizvode, a pilanarstvo suhe specifične pilanske proizvode.

Bez obzira kakve kanale distribucije naša finalna prerada osvoji, mehanička prerada, a posebno pilanarstvo, morat će također postati fleksibilno unutar maksimalno mogućih limita, uvjetovano tehnikom i tehnologijom prerade i pripremanja proizvoda za prodaju. Osim svega naprijed navedenog, valja uzeti u obzir činjenicu da će se naša finalna industrija morati sve više orijentirati na izvoz. A onoga časa kada sudbina finalne prerade počne u većem postotku ovisiti o vanjskom tržištu i bez mogućnosti da se s visokim domaćim cijenama prebrode gubici na izvozu, ta će finalna prerada morati prihvatiti pravila igre tog tržišta ili će se s njega morati povući. Tek u takvim odnosima će se vidjeti sve slabosti cjelokupne repocjeline, od pilanske i polufinalne prerade drva pa do šumarstva, gdje će do izražaja doći neracionalan rad sa svim posljedicama u svjetskoj podjeli rada. Kod razmatranja svega ovoga, mora se voditi računa i o činjenici da smo mi premalo produktivni, i to ne samo u neposrednoj proizvodnji repocjeline, već je naša društvena produktivnost među najnižima na svijetu, što također na uspješan plasman naših proizvoda u izvozu ima utjecaja.

Danas se općenito teži za optimalnom produktivnošću i maksimalnom ekonomičnošću odgovarajućih visoko automatskih tehnoloških procesa i automatizacije proizvodnog procesa u cjelini poduprtih računskom tehnikom. Današnje stanje tehnike i tehnologije mehaničke prerade drva u svijetu daje u tom smislu velike mogućnosti izbora. Njihov izbor treba uvijek prilagoditi danoj sirovini i proizvodima koje će proizvoditi. Kao primjer ovoga za pilansku tehnologiju može poslužiti tehnologija primarnog raspiljivanja trupaca s jednim ili više parova tračnih pila, čiji je raspored pila za kvantitativno iskorištenje optimalno kompjutorski izračunan i reguliran na osnovi podataka o snimljenoj formi i dimenzijama svakog pojedinog trupca. Znatno doprinos tome je i razvoj tomografije, snimanje unutarnjih grešaka trupaca, kao što su kvрге, trulež, pukotine i sl., ukratko snimanje kvalitete trupaca.

Računalom upravljani primarni pilanski strojevi mogu, uz primjenu određene tomografije, optimalno kvantitativno ispiliti pilanske trupce. To je ujedno i važan korak k visokoj produktivnosti, ekonomičnosti i kvaliteti piljenja.

Novija istraživanja, na nekonvencionalnim načinima izrade elemenata, odnose se prvenstveno na izradu elemenata laserom, vodom, vibrirajućim noževima i sl. Kombinacija tomografskog snimanja piljenica i optimalno kompjutorsko vođenje nekonvencionalnog alata predstavljala bi sigurno znatno povećanje iskorištenja, a imajući u vidu napredak elektronske i elektrooptičke industrije, vjerojatno i povećanje produktivnosti.

Trenutno, međutim, takve tehnologije nisu upotrebljive prije svega zbog još uvijek visoke cijene po jedinici proizvoda. Iz tog se razloga vjerojatno još neće primjenjivati nekonvencionalan način izrade elemenata, nego se sve više u ove tehnologije uvode računala koja upravljaju proizvodnjom, a što je od posebne važnosti pri optimiranju kod raspiljivanja piljenica.

Kod proizvodnje plemenitog furnira promjena tehnologije je u dijelovima cijelog procesa proizvodnje. Na osnovnom stroju — furnirskom nožu omogućena je izrada vrlo tankih listova furnira s vrlo točnim debljinama, što će omogućiti proizvodnju veće površine furnira iz određene količine sirovine nego u sadašnjoj preradi. Ovo su nastojanja u tehnologiji furnira da i dalje uspješno konkurira svim onim materijalima koji žele zamijeniti u pojedinim područjima plemeniti furnir. Ove tehnologije su u eksperimentu i vidjet će se što će donijeti. Poboljšanja su i kod sušenja furnira, gdje se proces sušenja regulira pomoću računske tehnike, a furnir koji ima sklonost valovitosti površina razriješen je u procesu sušenja s uređajem za ravnanje (peglanje) furnira. Automatsko ulaganje furnira u sušionice, kao i izlaganje furnira iz sušionice, i brojenje listova furnira za određene svežnjeve gotovog furnira, te povećanje broja rezova na furnirskom nožu, značajno povećava produktivnost rada. Nove konstrukcije furnirskih noževa vjerojatno će omogućiti uspješnu preradu i trupaca nižih promjera, što bi za furnirsku proizvodnju bilo od izvanrednog značenja.

U proizvodnji furnirskih ploča, kod ljuštenja trupaca i krojenja furnira, primjenjuje se, kod kvantitativnog iskorištenja, optimalno kompjutorski izračunato i regulirano na osnovu podataka o snimljenoj površini furnira kao što su pukotine, ispadajuće kvrge i dr. Ova tehnologija, uz povećanje kvantitativnog iskorištenja sirovine, pridonosi i povećanju kvalitete, koja se očitava u povećanju udjela cijelih listova u proizvodnji furnirskih ploča.

Ovo smanjuje potrebu za spajanje furnira i povećava kvalitetu ploče. U tehnologiji sušenja furnira poboljšanja su u većim učincima, režim sušenja vodi se pomoću računske tehnike, a sušionica se puni i prazni pomoću uređaja na principu poluautomatike. U ovom dijelu proizvodnje, koja se u proizvodnji zove makro odjeljenje, nova postrojenja smanjuju broj izvršilaca za oko dvije trećine, iz čega je jasno koliko se povećava produktivnost rada.

U proizvodnji ploča od usitnjenog drva tražit će se sve veća racionalizacija i optimalni utrošak energije, drvne sirovine, ljepila i dr., što je omogućeno uvođenjem mikro-elektronike i računske tehnike u proces proizvodnje, a koja se uspješno primjenjuje

- na području proizvodnje i sušenja iverja,
- na području obilježivanja i natresa,

- na području prešanja i točnosti ploča iza prešanja (smanjenje nadmjere).

U području ploča od usitnjenog drva, kao razvoj mogu se očekivati i novi tipovi ploča kao što su:

- ploče s vrlo finim vanjskim slojem,
- ploče s vanjskim slojem od vlaknatica, a srednjim slojem od poboljšanog sloja,
- iverice furnirane na razne načine,
- iverice s orijentiranim iverjem,
- ploče iverice za oplata,
- ploče iverice za građevinarstvo i
- tanke furnirane ploče iverice.

U svakom slučaju primjena kompjutorske i druge suvremene tehnike u određenim fazama mehaničke prerade drva trebala bi dovesti do daljeg unapređenja prerade drva. Razvoj kompjutorske tehnike sa svim njenim prednostima nesumnjivo već pronalazi veliku primjenu u poboljšanju iskorištenja drvne mase. Tu se prije svega misli na mogućnost upotrebe kompjutorske tehnike na brzo iznalaženje onog načina prerade koji daje najpovoljnije rješenje.

No koristiti računalo samo za optimizaciju u vidu kvantitativnog iskorištenja bila bi nesaglediva greška, imajući u vidu njegove mogućnosti. Kompjutorska tehnika treba naći svoju primjenu u čitavom sistemu upravljanja tehnologijom i proizvodnjom uopće.

#### LITERATURA

- [1] Babunović, K. 1989.: Neki aspekti sadašnje i buduće tehnologije proizvodnje masivnog drva iz jele-smreke i njihovo značenje za praksu. U pripremi za štampanje.
- [2] Brežnjak, M. i Butković, Đ. 1983.: Pilanska tehnologija i tehnologija finalnih proizvoda iz drva — međusobne veze i utjecaji. ZIDI, br. 6 (11), str. 21—29.
- [3] Brežnjak, M. 1985.: Istraživanja procesa prerade drva piljenjem i iveranjem. ZIDI, br. 3—4 (13), str. 1—13.
- [4] Butković, Đ. i Wagner, G. F. 1989.: Istraživanje povećavanja kvalitete piljene grade. U pripremi za štampanje.
- [5] Bručić, V. 1985.: Istraživanje procesa prerade drva u ploče. ZIDI, br. 3—4 (13), str. 13—27.
- [6] Kovačević, M. 1984.: Stanje i perspektiva proizvodnje, svojstva i upotrebe ploča iz usitnjenog drva. ZIDI, br. 1 (12), str. 1—4.
- [7] Prka, T. 1983.: Pilanska tehnologija hrastovine s obzirom na potrebe industrije namještaja. Zbornik radova, str. 237—243, Osijek.
- [8] Prka, T. 1986.: Component parts production in Yugoslav sawmills 18th IUFRO World Congress, division 5, Ljubljana. Zbornik radova, str. 394—407.
- [9] Prka, T. 1987.: Tehnološko-ekonomsko sagledavanje: rekonstrukcija ili izgradnja novih pilana. ZIDI, br. 1 (14), str. 11—14.
- [10] Prka, T. 1988.: Način piljenja hrastovih trupaca radi izrade proizvoda određenih karakteristika u pilanama Jugoslavije. All division 5 (Volumen 1) Conference IUFRO, Sao Paulo (Brazil).
- [11] Prka, T. 1988.: Razvoj pilanske prerade hrastovine. Drvna industrija, br. 9—10 (39), str. 217—222 i br. 11—12 (39), str. 255—263.
- [12] Sabadi, R. i Jakovac, H. 1987.: Strategija pilanske proizvodnje i plasmana na domaćem i stranom tržištu u uvjetima informatičke revolucije. ZIDI, br. 1 (14), str. 23—28.
- [13] Zubičević, R. 1987.: Stanje pilanske industrije u SR BiH. ZIDI, br. 1 (14), str. 2—5.
- [14] \*\*\*: Program razvoja za piljenu gradu 1985—1990. godine. Poslovna zajednica »Exportdrvo«, Zagreb 1986. godine.

Recenzent: prof. dr. M. Brežnjak