

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI**

ŠUMARSKI FAKULTET U ZAGREBU
KATEDRA ZA
PILANSKU PRERADU DRVA

BILTEN

ZNANSTVENIH ISTRAŽIVANJA DRVNOTEHNOLOŠKIH INSTITUCIJA

MODERNIZACIJA I INOVACIJE U PILANSKOJ
PRERADI DRVA



GODIŠTE 14

ZAGREB, 1987.

BROJ 1

Urednički odbor:
 Prof. dr Stanislav BAĐUN, prof. dr mr Mladen
 FIGURIĆ, prof. dr Boris LJULJKA, dipl. ing.
 Vladimir HERAK

Glavni i odgovorni urednik:
 Prof. dr Stanislav BAĐUN

Tehnički urednik:
 Zlatko BIHAR

Uredništvo:
 Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
 Zavod za istraživanja u drvnoj industriji
 41001 Zagreb, Šimunska 25, p.p. 178

Tisak:
 Zavod „Birotehnika“
 OOUR „Štamparija“, Zagreb, Vrandučka 44

Naklada: 500

SADRŽAJ

	strana
<i>D. Brkanović</i> Stanje pilanske prerade drva u SR Hrvatskoj	1
<i>R. Zubčević</i> Stanje pilanske industrije u SR B i H	2
<i>M. Nikolić</i> Stanje pilanske industrije u SR Srbiji	5
<i>T. Prka</i> Tehnološko-ekonomsko sagledavanje: rekonstrukcija ili izgradnja novih pilana	11
<i>Z. Petrić</i> Smeri tehnološko tehničnoga razvoja v primarni predelavi lesa	14

<i>R. Sabadi i H. Jakovac</i> Strategija pilanske proizvodnje i plasmana na domaćem i stranom tržištu u uvjetima informatičke revolucije	23
<i>Z. Stupar</i> Prognozirane kvalitete jelovo-smrekovih piljenica ispiljenih na gateru pomoću elektronskog računara	28
<i>N. Kovačić</i> Lamelirani drveni profili – primjena u građevinskoj stolariji	30
<i>Z. Horvat</i> Inovacije u tehnologiji piljenih elemenata tvrdih listača	34
<i>Đ. Butković</i> Laser i drvo	37
<i>V. Golja</i> Energetski normativi i učin pri rezanju drva laserom	41
<i>M. Vučeljić</i> Utjecajni faktori na točnost dimenzija	48
<i>S. Govorčin</i> Neka komparativna svojstva bagremovine sa područja Hrvatske	56
<i>S. Sever, V. Herak, V. Golja</i> Prilog proučavanju rada tračnih pila trupčara	60
<i>J. Pogorelc</i> Neka istraživanja u vezi sa upotrebom tankog lista kružne pile kod raspiljivanja tanke bukove oblovine	65
<i>K. Babunović</i> Prilog istraživanju sustava: List tračne pile – točnost dimenzija piljenica	67
<i>M. Vukičević</i> Algoritam matematičkih modela maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja pri piljenju skroz i prizmiranjem	68
<i>L. Glavaški</i> Teoretske postavke matematičkih modela maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja pri piljenju skroz i prizmiranjem	74
<i>M. Tomić</i> Optimizacija krojenja piljenica upotrebom elektroničkog računala	77
<i>B. Guštin</i> Primjena elektronike i elektronskih računala u procesu proizvodnje elemenata	79
<i>V. Hitrec</i> Matematički modeli za optimiziranje iskorišćenja pilanskih trupaca kod prerade na tračnim pilama	81

STANJE PILANSKE PRERADE DRVA U SR HRVATSKOJ

Tokom zadnje dvije godine, u okviru Poslovne zajednice „Exportdrvo“, odvijala se intenzivna aktivnost na donošenju razvojnih planova, proizvodnih i izvoznih programa do 1990. godine, pa danas imamo definirane programe razvoja šumskih proizvoda, piljene građe, furnira i ploča, pokušava iz masivnog drva, pločastog i ojastučenog pokućstva, građevnih elemenata iz drva, montažnih objekata i opremanja objekata, te papirnih proizvoda i papira. Ovi su programi usklađeni sa Društvenim planom razvoja SR Hrvatske, koji pred ŠDPK postavlja prioritetni zadatak razvoj prerade drva uz naglašenu finalizaciju u proizvodnji i veći izvoz proizvoda višeg stupnja obrade, te efikasnije povezivanje OUR-a u tehnološkom lancu. Ova orijentacija zahtijeva kvalitetnu proizvodnju i poslovnu odgovornost u čitavom reprodukcijom lancu.

Proizvodnja piljene građe obavlja se danas u 73 pilanska pogona društvenog sektora i proizvodnja elemenata u 43 društvene pilane. Prosječno godišnje proizveli se oko 1,7 do 1,8 mln. m³ drva listača i četinjača. Proizvodnja piljene građe iznosi oko 1,1 mln. m³/god.

Proizvodnja piljenih elemenata iznosi oko 230.000 m³ sa tendencijom stalnog povećavanja.

Do 1990. godine planirana je veća proizvodnja i piljene građe i elemenata sa, prije svega, većim prorezom kao i povećanim postotkom iskorišćenja oblovine. S obzirom da pilanske djelatnosti povezuju sirovinsku osnovu sa finalnom preradom, to je razumljivo da se svaki poremećaj u njima odražava na rezultate cjelokupnog reprovokompleksa.

Na temelju ranije utvrđenog stanja i zadnje ankete iz 1984. godine, proizlazi da na području SRH-e ima oko 600 pilanskih postrojenja (dokumentacijom utvrđeno 573 – podaci Republičkog komiteta za poljoprivredu i šumarstvo SRH-e, 1984. godine) tab.1

Pilane u društvenom vlasništvu prorežu trupaca oko 88%, one kojima je to sporedna djelatnost oko 3% i u vlasništvu građana 9-10%. Problem je u tome što pretežan dio ispiljene oblovine u ova dva posljednja sektora potječe iz društvenih šuma. Iako mu je to društvena zadaća, šumarstvo još nema dovoljno organiziran otkup sirovina iz privatnih šuma radi usmjerenja u društveni sektor prerade.

Već dulje vrijeme, poznato je, pilanska prerada ulazi

u proizvodni proces sa nepovoljnim faktorima u odnosu na ranije. Prosječno je lošija kvaliteta trupaca, manji srednji promjer i poremećen paritet cijena i sirovine i gotovog proizvoda. Ponuda i potražnja kod trupaca plemenitih vrsta drva uzrokuje nerealne disparitete i migracije. To je daleko od tržišnih zakonitosti ili ponašanja.

Pilanska prerada drva zauzima u cjelini drugačiji položaj u reprovcjelini nego što je to bilo ranije. Ranije je pilanarstvo bilo uglavnom tržišno orijentirano, pretežno u izvoz, a tek onda za domaće potrebe. Danas je ono uglavnom podređeno zahtjevima finalne prerade i sve manje se samostalno valorizira na tržištu. Naime, pretežno se pilanska prerada odvija u RO u kojima postoji i finalna proizvodnja. Tako je ona sada u situaciji (postoje izuzeci) da od ukupno proizvedene piljene građe oko 60% ide u potrošnju u vlastitu finalnu preradu, oko 22% plasira na domaćem tržištu i oko 18% plasira se u izvozu. Elementa još više odlazi u vlastitu reprodukciju.

Naravno kad se radi o hrastu, jasenu, bukvi i četinjačama, onda ove vrste u domeni proizvodnje i potrošnje i plasmana imaju neke druge specifičnosti, s obzirom na to da se na njima bazira i daljnji razvoj finalne prerade drva. Ipak, na kraju ovog planskog razdoblja, planira se zadržavanje vrijednosti današnjeg izvoza piljene građe i elemenata. U pilanskoj preradi je sada manji problem tehnološke opremljenosti, a veći je pitanje snabdjevenosti odnosno pravovremene snabdjevenosti sirovinama.

Odnosi sa sirovinskom bazom na više mjesta su u nekakvoj stalnoj napetosti, najprije na pitanjima količine trupaca, dinamici dopreme, kvaliteti i cijenama i sl. Trajni pokušaji dogovaranja za rješenje pitanja primjene JUS-a i vremena sječa ne uspijevaju u velikoj mjeri. Prodaja trupaca po prosječnim cijenama dovela je do toga da se pilanski trupci prerađuju u tvornicama furnira, a furnirski u pilanama. Naravno, posljedice toga se odražavaju na poslovnim rezultatima i primarne i finalne prerade.

Nastavno tome, nisu mnogo bolji odnosi između pilanske prerade i finalne prerade. Olakšavajuće okolnosti u tome jesu što su razmjeri tih odnosa manji. Naime, problemi se očituju samo kod one finale koja svoju sirovinu, piljenu građu ili elemente, nabavlja na tržištu jer nemaju svoju pilansku preradu. No, posljednjih godina su nabavke, odnosi isporuke građe toj finali

Tabela 1.

	Broj pilana	Broj zaposl.	Instalirani kapaciteti u 2 smjene
– Pilane u društvenom vlasništvu	74	9000	2,3 mln. m ³
– Pilane u društvenom vlasništvu kojima je to sporedna djelatnost	26	400	0,1 mln. m ³
– Pilane u vlasništvu građana	470	700	0,65 mln. m ³
UKUPNO:	570	10100	3,05 mln. m ³

bile moguće već i stoga što je izvoz bio usporen.

Posebna su pitanja kvalitete i stručnosti rada u našim pilanskim pogonima, koji od pogona do pogona vrlo variraju. Opći je dojam da su trgovačka ponašanja zasjenila stručnost izrade i obrade građe (nečist rez, nejednolikost debljine, nestručan odabir piljenice, usklađivanje i zaštita itd.).

Možda ipak nije važno samo puno piliti, bez obzira mogu li si to pilane priuštiti ili ne. Morali bi smo sve više misliti i na to možemo li boljom organizacijom, boljim iskorišćenjem doseći poboljšanje u našim pogonima.

Poboljšanje je svakako moguće i to ne samo u velikim pogonima, nego i u malim i srednjim, jer se i tamo konačno radi o pitanju zarade i o pitanju dobiti. Da li moderna organizacija dolazi u obzir u pojedinačnom slučaju, mora se o tome dobro razmisliti. Pitanju pripreme rada u pilanama kod nas je dosta zanemareno, a ona ima zadaću planiranja i upravljanja. Kalkulacija u pilani je kalkulacija po asortimanima sa svim svojim

dobrim i lošim stranama. Ovdje se ne radi primarno o pitanju koliko bi se moralo — za pojedini sortiment ovisno o cijeni trupaca i troškova proreza — ostvariti na tržištu, jer to zahvaća samo tržište. Mnogo više se radi o tome da se iznađu sortimenti koji daju najvišu moguću dobit u datom vremenu, te da se onda ti sortimenti pile sa najvišim prioritetom. To je ono odlučujuće.

Gotovo je neprimjereno, u vremenu u kojem pilanska prerada drva u cjelini ne stoji baš dobro, reći nešto o potpunoj kompjutorizaciji pilanskog pogona. Investicija koja površinski promatrano ne donosi ni veći učinak, ni veće cijene, jer su učinak i cijene kriteriji, koji se u pilani razumiju i koje je, do sada, bilo u prvom planu. Međutim, ako čitamo i čujemo da će 50% svih pilanskih poduzetnika u nekim razvijenim zemljama Evrope, u roku od 5-6 godina, imati svoj računar, onda i nas to mora potaknuti na pripremu da barem u buduće manje zaostajemo.

*Prof. dr. Ramiz Zubčević, dipl. ing.
Mašinski fakultet — Sarajevo*

STANJE PILANSKE INDUSTRIJE U SR BiH

Industrijska obrada trupaca na pilanama u SR BiH ima već stogodišnju tradiciju. Nagli razvoj ove industrije datira polovinom 50-tih godina ovoga stoljeća jer tih godina počinje i obimnija obrada bukovih trupaca.

Zadnje dvije-tri godine proizvodnja pilanskih trupaca iz šuma BiH se je manje-više ustalila na količinama:

— trupci četinarci	1 800 000 do 1 880 000 m ³
— trupci lišćara	1 500 000 do 1 560 000 m ³
SVEGA:	3 300 000 do 3 440 000 m ³

Trend porasta trupaca za piljenje do kraja stoljeća će biti vrlo lagan i objektivno se može očekivati eventualni porast od 1,5% do 3%. Zadnjih desetak godina se je povećavao obim sječa i izrade pilanskih trupaca bukve dok je kod četinjara taj porast bio znatno mirniji. To najbolje ilustrira porast proizvodnje piljene građe u SOUR-u ŠIPAD u zadnjih deset godina:

Index povećanja u piljenoj građi:

— četinarara	114
— lišćara (bukva)	172

Povećanje obima obrade pilanskih trupaca nije rezultiralo samo iz povećanog obima sječa već prvenstveno iz boljeg korištenja deblovine u eksploataciji šuma.

Učešće pilanskih trupaca proizvedenih zadnjih godina u SR BiH u odnosu na cijelu našu zemlju, danas je:

— trupci četinarara	51% do 52%
— trupci lišćara	39% do 40%

Trupci bukve kod lišćara su apsolutno najviše zastupljeni u BiH, ili:

— pilanski trupci bukve	92,3%
— pilanski trupci hrasta	5,9%
— ostali tvrdi lišćari	1,8%

Trupci topole i sl. su u zanemarljivim godišnjim količinama.

Kvalitativna i dimenzionalna struktura pilanskih trupaca već više od deset godina je nepoznata jer se objektivna analiza nigdje ne vrši. Jedno je već danas sigurno, izrazito debelih trupaca, preko 80 cm promjera skoro već nigdje nema odnosno da se mogu naći poneki trupci na stovarištima (sporadični slučajevi iz nekog šumskog odjela koji se tek sada otvaraju a što je u pravilu rijetkost). Razlog je tome što su svi glavni šumski reviri već odavno otvoreni za eksploataciju i da su turnusi sječa već više puta u njima obnovljeni.

Prema nekim informacijama kao i našim manjim istraživanjima srednji promjer trupaca u većini pilana danas iznosi:

— pilanski trupci četinarara	33—36 cm sred. promj.
— pilanski trupci lišćara	38—40 cm sred. promj.

U svim većim četinarskim pilanama već je jako izraženo opadanje srednjeg promjera tako da neke pilane imaju i do 20—30% trupaca ispod 25 cm srednjeg promjera.

Kvalitativna struktura pilanskih trupaca danas nam je potpuno nepoznata, ostaju samo slobodne ocjene bez ikakvih stručnih analiza i dokaza. Razlozi su mnogobrojni i teško ih je sve navesti. Klasiranje po važećem JUS-u praktično se nigdje ne provodi a niti se vrši plaćanje ili međusobni obračun po utvrđenoj kvaliteti propisanog po standardu. Poboljšanjem uslova sječe i izrade šumskih sortimenata (motorne pile) je tako da se više deblovine odvaja u sortiment trupac neovisno o visini perca, truleži, izrazito velikih kvrga, krivina, površina i sl. Sa tak-

vim ili sličnim greškama se kroje trupci u standardnim dužinama. Zbog toga je vrlo čest slučaj da se na pilanskim stovarištima odvajaju čak i veće grupe neupotrebljivih trupaca koje je neisplativo piliti bilo na kojem stroju.

Trupci u šumi se kroje na standardne dužine (često sa malom ili nikakvom dužinskom nadmjerom) i samo poneke pilane pokušavaju od šumske eksploatacije da dobiju nešto veće dužine. Mišljenja smo da je ovo čisti anahronizam a obzirom da pilanska industrija gubi isključivo tržišni karakter jer sve više radi neposredno za finalnu industriju. Za ovakvo stanje šumska eksploatacija se opravdava još uvijek nedovoljnom opremljenošću savremenim transportnim sredstvima za iznošenje i transport dugačke deblvine. Isto tako mnoga pilanska stovarišta nisu opremljena s modernim uređajima za krojenje deblvine. Naročito je ovo interesantno za bukovinu (uostalom za sve tvrde lišćare) jer je finalizacija bukovog drveta dosta razvijena i još će se razvijati. Naše je mišljenje da traženje pravih rješenja na liniji izrade i obrade: dugačka deblvina — pilana — grubi obradci za finalne proizvode, ostaju naše najveće rezerve u količinama i kvalitetu drveta za finalne proizvode. **Bilo bi vrlo opasno i nerazumno, sa nesagledivim posljedicama, ako bi se povećane potrebe za drvom jedino tražile u povećanju obima sječa.** Mi smatramo da bi se količine kvalitetnog drveta za finalne proizvode, mogle povećati za 15 do 22% samo racionalnijom obradom dugačke deblvine na pilanama.

Na ovom mjestu korisno je istaknuti još jedno razmišljanje o razvoju finalne proizvodnje na osnovi masivnog drveta ili u kombinaciji masiva-drvne ploče. Starije drvo ima finiju strukturu i teksturu, mirnije je u procesu sušenja, daje veće količinsko i kvalitativno iskorišćenje, veće širine i debljine obradaka. Zbog toga takva stabla nužno je čuvati odnosno njihovu deblvinu racionalnije koristiti (izuzima se drvo za savijanje s većim radijusom zakrivljenosti).

Krojenje dugačke bukove oblovinne sa razvijenom nepravom srži te mnogim drugim greškama kod nas je neistraženo osim nekih najopćenitijih saznanja koji nedopirnose suštinskom rješenju ovog zadatka. Mi čak nemamo ni svojih razrađenih konstruktivnih rješenja postrojenja za programirano krojenje dugačke deblvine (prihvataju se neka neadekvatna rješenja za četinarsku deblvinu).

Od ukupno proizvedenih pilanskih trupaca u BiH najveća količina se obrađuje na pilanama u BiH, mala količina trupaca se izvozi (do 25 000 m³) a također jedan dio trupaca (obično četinarara) se prodaje u drugim krajevima naše zemlje. Sva pilanska industrija je skoncentrisana u SOUR-u šipad i Krivaja te u dvije samostalne radne organizacije. Manji dio trupaca obrađuju male pilane uz rudnike i sl. kao i izvjesna količina u privatnoj režiji.

Danas u SR BiH rade 59 pilanskih postrojenja ne računajući par izrazito manjih pilana. Od toga 53 pilane obrađuju godišnje preko 10 000 m³ trupaca. Broj pilana koje obrađuju samo četinare iznosi 18, samo lišćare 12 dok ostale imaju mješovitu obradu. Pilane za četinare imaju veći godišnji prosjek obrađenih trupaca, oko 46 000 do 48 000 m³. Pet četinarskih pilana ima godišnju obradu od 100 000 m³ pa čak nešto više trupaca. Pilane za lišćare, osim nekoliko s godišnjom obradom

trupaca 50 000—65 000 (jedan blizu 100 000 m³) imaju u prosjeku 22 000 do 26 000 m³ trupaca. Prema tome pilane za lišćare bi se mogle svrstati većinom u red manjih pilana. U rejonima koji su izrazito četinarski, lišćarski trupci se otpremaju na susjedne pilane za lišćare, npr. Romanijska regija.

Većina stovarišta trupaca je opremljena za istovar, slaganje i transport sa mehaničkim napravama, najčešće portalnim dizalicama ili autohvatačima, rjeđe autodizalicama. Ulaz trupaca u pilansku dvoranu je niskim lančanim transporterima. Manipulativni kolosjeci, prenosnice ili okretaljerke su praktično nestali osim u izrazito malim pogonima.

Koranje trupaca se vrši još uvijek na manjem broju pilana, redovno u većim četinarskim pilanama. Čine se veliki naponi da se stovarišta opreme strojevima za koranje, akcija je vjerovatno usporena zbog momentalnog nedostatka sredstava.

Sortiranje četinarskih trupaca na većim pilanama vrši se uglavnom na poluautomatskim sortirnicama. Međutim, dijapazon promjera po tanjem kraju je redovno 5 cm što je za trupce od 35—38 cm ipak previše. Uopće se može prigovoriti tačnosti sortiranja trupaca koji se pile na gaterima. Čest razlog za to je pomanjkanje redovitog snabdjevanja sa trupcima odnosno neimanja odgovarajućih zalih na stovarištu.

Primarni strojevi u pilanskim dvoranama su gateri i tračne pile trupčare. Svjetli otvor gatera je 710 do 760 mm, većina je savremene konstrukcije, broj obrtaja glavnog vratila 300 do 320 o /min, snage glavnog motora 100 do 140 kW. U anketiranih 23 pilane prosječna starost gatera je 14 godina što ukazuje da će se uskoro vršiti zamjena strojeva. Tračne pile trupčare su promjera točkova 1400 ili 1600 mm, često sparene sa velikim paralicama ϕ točkova 1500 mm. Najveći broj tračnih pila trupčara je već zastario, prosjek preko 16 godina, učinak pri obradi bukovine ne prelazi 5 do 8 m³/h trupaca, tačnost piljenja vrlo neujednačena što sve dovodi do nepovjerenja prema trupčarama kao primarnim strojevima. Samo u jednoj pilani je montiran profilni iverač za obradu tanjih trupaca četinarara. Međutim, nekoliko većih pilana je izradilo predstudije za uvođenje linija profilnih iverača za tanju četinarsku oblovinu. Kada će doći do realizacije još je neizvjesno s obzirom na znatnija ulaganja konvertibilnih finansijskih sredstava.

Sekundarni strojevi u pilanskim dvoranama su manje-više standardni: kružne pile za podužno i poprečno piljenje te male tračne pile paralice. Kružne pile za podužno piljenje lišćara su većinom s mehaniziranim pomakom. Neke pilane za četinare su pokušale uvesti automatske dvostruke kružne pile za kračćenje ali slabo održavanje i česti zastoji u radu su ostali glavna prepreka za daljnje nabavljanje ovakvih strojeva.

Unutrašnji transport u pilanskim dvoranama je mehaniziran pomoću valjkastih transportera te podužnih i poprečnih lančanih transportera. Praktično, to su rješenja davno već poznata i egzistiraju na našim pilanama više od tri decenije.

Sortiranje piljene građe u četinarskim pilanama se vrši na kanalnim sortirnicama, rjeđe poprečno-lančanim. U lišćarskim pilanama sortiranja na stovarištima ili natkrivenim prostorijama uz ručno slaganje. Velika reprodukcija piljene građe, zatim stalno gladno tržište četina-

ra u mnogome je doprinijelo da se propisi JUS-a sve manje poštuju. Zbog toga se sortiranju piljene građe sve manje poklanja pažnja. Građa se prvenstveno sortira po debljinama dok se kvalitet prilagođava tržišnim prilikama. Kako se šumska eksploatacija odnosi prema pilanama, pilane prebacuju na vlastite reprodukcione pogone ili domaće tržište. Netačnost dimenzija, neobrađenost piljenica, veliki procenat vlažnosti, prodaja i zaračunavanje u sirovom stanju, izbjegavanje nadmjere na sušenje — nije rijedak slučaj što sve zabrinjava da to ne postane način rada i poslovanja. Zbog toga jedna od vrlo važnih faza rada gubi svoju funkciju bilo pod pritiskom velike konjunktore ili nedorečenosti međusobnih odnosa pilana-finalna proizvodnja.

Stovarišta piljene građe su uglavnom opremljena portalnim dizalicama ili bočnim auto-viljuškama. Portalne dizalice su više zastupljene u liščarskim pilanama kao pogodnije sredstvo za zbirne pakete dužine 5,5 do 7,0 m. Piljena građa se vrlo malo zadržava na stovarištima, naročito četinarska. Nije rijedak slučaj da pilana s godišnjom proizvodnjom od 40 000 do 50 000 m³ piljene građe na svom stovarištu ima zalih do 300–400 m³ ili par dana proizvodnje. Piljena građa se odmah isporučuje u finalni pogon, na domaće tržište ili u luke za eksport. Nešto duže se zadržava liščarska građa na stovarištima ali je rijetkost da ostaje do vlažnosti ispod 30% osim nekurentnih proizvoda.

Na stovarištima, posebno liščarskih ili mješovitih pilana radi još uvijek veliki broj radnika usprkos što su montirane sortirnice piljene građe i mehaničke naprave za slaganje i transport. Vjerovatno je razlog slabo pretihodno sortiranje (mali broj sortirnih mjesta na sortirnicama) te loša organizacija od narudžbi, rasporeda pila do samog stovarišta.

Prodaja piljene građe četinara i liščara se mijenja iz godine u godinu. Domaća tržišta za četinare su još uvijek dominirajuća jer preko 50% prodaje tu se ostvaruje. Izvoz se kreće oko 10% a reprodukcija unutar radnih organizacija ili složenih iznosi oko 40%, gledajući u globalu za SR BiH. Naročito je izražena velika potreba za vlastitu reprodukciju piljenica klase Č/PČ, I i II a takvih kvalitetnih piljenica je sve manje (ako se sortiranje objektivno vrši).

Tržište liščarske građe (prvenstveno bukve) je drugačije: preko 50% je vlastita reprodukcija, oko 20-22% je izvoz dok se na domaćim tržištima prodaje oko 28-30%. Ima nekih većih pilana gdje se za vlastitu reprodukciju troši 80 do 100% piljene građe bukve. Kod piljene građe bukve je još izraženija potreba za najkvalitetnijim klasama s obzirom da je najveći broj novoizgrađenih finalnih pogona na bazi masivne građe bukve s površinskom obradom na osnovi transparentnih lakova, a što zahtijeva grube obradke bez grešaka.

Izvoz piljene građe je pretežno u zemlje Sredozemlja i Bliskog Istoka

Izrada grubih obradaka je neravnomjerno zastupljena u pilanama. Na nekim većim pilanama izgrađeni su centralni objekti u kojima se vrši izrada grubih obradaka za jedan ili više pogona unutar radne organizacije. Neke pilane opet isporučuju neobrađene piljenice iz kojih se u finalnim pogonima izrađuju grubi obradci.

Produktivnost rada na pilanama već dugo nije istraživana. Vršena su manja istraživanja tokom 1983. godine i rezultati nisu nimalo ohrabrujući:

Utrošeni sati po 1 m³ piljene građe

Četinarske pilane	5,2 do 13,6
Liščarske pilane	10,2 do 21,9
Mješovite, liščarske i četin.	9,5 do 15,3

ili drugi podatak o produktivnosti —

Godišnja količina trupaca po 1 radniku

Četinarske pilane	150–350 m ³
Liščarske pilane	90–215 m ³
Mješovite, liščar. i četin.	135–250 m ³

(ovo su prosječni podaci i odnose se na ukupan broj zaposlenih u pilani tj. direktna proizvodnja sa pripadajućim režijama). Navedeni podaci se odnose na pilanske pogone koji izrađuju piljenu građu u standardnim proizvodima. Produktivnost rada je stvarno mala s obzirom na zastupljenost raznih mehaniziranih sredstava i tipove primarnih i sekundarnih strojeva, zatim još uvijek relativno povoljan srednji promjer trupaca. Razloga za ovo je puno, ali nama se čini da je ovdje jako prisutan čisto sociološki problem. Ne treba zaboraviti da je veliki broj pilana u slabo razvijenim komunama gdje je često pilanski pogon ekonomski najstabilniji pa prema tome nekako i „predodređen“ da bude opterećen sa velikim brojem radnika niske kvalifikacione strukture.

Iskorištenje pilanskih trupaca u piljenu građu je dosta ujednačeno u četinarskim pilanama i kreće se od 65 do 66% dok neke pilane iskazuju i 68 do 69%. Pri ovim podacima nije jasno da li se u iskorištenje uračunava i sirova građa s pripadajućom nadmjerom ako ne po debljini ono svakako po širini!

Pilane za bukovinu iskazuju iskorištenje od 54 do 56% sa uračunatom srčanicom (jezgrovinom) koja se na različitim lokalitetima kreće od 6 do 12%. Manje iskorištenje nego što je prije iskazivano je posljedica većeg učešća izrazito niskog kvaliteta trupaca. Bukove pilane koje izrađuju pretežno neobrađene piljenice za finalne pogone, iskazuju iskorištenje 64 do 70%.

Veće pilane redovno imaju instalirane sječkalice za usitnjavanje nusproizvoda te proizvode tehnološku sječku za tvornice celuloza ili drvenih ploča ili koriste sječku kao vlastito gorivo.

Važno je istaći da se u SR BiH vodi takva politika da se više nigdje ne podižu nove pilane iako ponekad iskrsavaju i takve ambicije.

Na žalost, za potpuniji uvid u današnje stanje pilanske industrije SR BiH nužno bi bilo imati iscrpnije statističke podatke kao i povremena istraživanja a što sve manjka. Takvi podaci ne bi bili samo sebi svrha, već putokaz za nove zahvate i osavremenjavanja, pogubno u racionalnosti obrade i zadovoljavanju naraslih potreba finalne industrije na bazi drveta. Kao primjer navodi se da nijedna veća pilana još nije pokušala uvesti programiranje rasporeda piljenja trupaca pomoću računara ili izradu grubih obradaka.

Dalji razvoj pilanske industrije neće ići u povećanju količina trupaca. Pravci razvoja u tehnološkom smislu su još nedovoljno definirani. Kako, na koji način i koliko će nova saznanja u savremenim tehnologijama i informatici ući u naše pilane odnosno gdje će se pilane naći za narednih 10 do 15 godina, vrlo je teško prognozirati. Jedno je sigurno da će prirodni resursi postojati a na nama je, hoćemo li znati iskoristiti sve inovacije da iz temelja mijenjamo način proizvodnje u pilanama.

Dr Momir Nikolić, redovni prof.
Šumarski fakultet Beograd

STANJE PILANSKE INDUSTRIJE U SR SRBIJI

1. Uvod

Sadašnje stanje u industriji za preradu drveta u SRS uopšte se može oceniti kao ne sasvim povoljno. Slična situacija je zbog toga i u pilanskoj industriji. To se može dokazati analizom sistema kvantitativnih i ekonomskih pokazatelja, ali mi nismo zamislili da u ovom radu krenemo tim putem, kojim obično kreće većina autora koji se bave ekonomikom i trgovinom u preradi drveta. Naša zamisao je, da ovde prikažemo organizacione, tehničke i tehnološke aspekte stanja pilanske industrije u SRS dajući transkripcije zvanične — statističke, literaturne podatke raznih autora i sopstvenih anketa.

2. Organizovanje namena i broj pilana u SRS

Pilanska se prerada danas organizuje u SRS u okviru:

- 1) Društvenih organizacija i
- 2) Od strane privatnih lica.

U okviru društvenih organizacija pilanskom preradom bave se:

- šumarske organizacije (gazdinstva, sekcije),
- preduzeća za preradu drveta,
- poljoprivredni kombinati,
- zadružne organizacije,
- preduzeća za preradu metala,
- građevinska preduzeća,
- rudnici,
- trgovinske organizacije,
- mala privreda u društvenom sektoru.

Privatna lica se bave pilanarstvom u okviru:

- prijavljenih radionica i
- nekontrolisano.

Imajući u vidu dosadašnje izlaganje možemo podeliti pilanske prerade u SRS (po nameni) u dve grupe:

- 1) Samostalna pilanska prerada — proizvodnja građe za slobodno tržište,
- 2) Pilanska prerada u okviru reprocelina, kod koje razlikujemo:

- 2.1. totalno angažovanje u reprodukciji i
- 2.2. delimično angažovanje u reprodukciji.

Angažovanost pilana po nameni u preradi vidi se iz tabele 1. koju smo načinili prema našem istraživanju.

Sve pilane koje su unete u ovoj tabeli su u reprocelinama društvenih organizacija, ili su samostalne društvene organizacije.

Iz tabele se jasno vidi i broj pilana u užoj Srbiji, pokrajinama i ukupno u SRS. Kao i da je taj broj za poslednjih 10 godina porastao za 16 jedinica.

Međutim, to nisu sve pilane u SRS. Tabela obuhvata samo one pilane koje imaju razvijenu ili delimično razvijenu industrijsku preradu. U SRS ima u okviru društvene i privatne male privrede veliki broj pilana. Jedno ispiti-

Tabela 1.

NAMENA	Uža Srbija	SAPV	SAPK	Svega SRS
1. samostalna prerada	8	1	—	9
2. totalno angaž. reprod.	17	2	—	19
3. delimično angaž. reprod.	18	7	7	32
1985. god. UKUPNO	43	10	7	60
1975. god. po l. Aleksovu	30	7	7	44

vanje koje smo izvršili u Podunavskom regionu pokazalo je:

- da Podunavski region ima 11 opština,
- da u svakoj opštini, prosečno u društvenom i privatnom sektoru, kao mala privreda, radi 11 radionica, koje se bave isključivo piljenjem trupaca ili piljenjem trupaca i daljom prerado drveta,
- da to ukupno iznosi 110 radionica u Podunavskom regionu.

Ako znamo da SRS ima 14 regiona i to u okviru uže Srbije imamo 9, u okviru SAPV 3, a u okviru SAPK 2 regiona. I ako predpostavimo da svaki region prosečno ima samo po 55 radionica, koje se bave piljenjem (pola od Podunavskog regiona, koji je gusto naseljen i veliki je potrošač), dolazimo do imponantnog broja (od oko 770-800) malih pilana. Ove pilane su uglavnom registrovane kao radionice, a njima se ne vodi nikakva evidencija sem one u finansijskim odsecima opština radi fiskalnih zahvata. Građa koju one proizvedu završava uglavnom kao reprodukcioni materijal u građevinarstvu stanovništva, i kao pragovi za železničke pruge.

Ako se broj pilana u SRS posmatra samo na prethodno prikazan način izgleda da on pogoduje ekstenzivnom pilanarstvu, i to je tačno. I onda zašto se na tako nešto pristaje u SRS. Razlog za to leži u demografskoj politici i tada važećem zakonu o šumama.

Po osnovi demografije postoji opasnost, naročito u južnim i istočnim krajevima uže Srbije, da čitava područja (planinska naročito) ostanu bez stanovništva. Davanjem mogućnosti zapošljavanja u lokalnoj maloj privredi uopšte, pa i u malim pilanama (u tim predelima ima dosta šume) stanovništvu tih područja se stvara stimulans da se ne seli u velike industrijske centre. U takvim uslovima male pilane pružaju pogodnost, one su optimalna alternativa investiranja, pošto se sa malim ulaganjem postižu relativno povoljni rezultati u ekonomskom pogledu. Međutim, to je mač sa dve oštrice, jer tako koncipiranje pilane nas odvlače u još dublju ekstenzivnost pilanske prerade od one u kojoj se već nalazimo.

Naravno ovakav sistem pilanske prerade podrazumeva i sistem sabiranja proizvedene građe, što je razvijeno preko mreže zadruga najčešće, mada ima i drugih siste-

ma. Čine se značajni napori da se ti sistemi što bolje organizuju i podvedu programiranju, čime bi se umanjio efekat ekstenzivnosti u radu malih pilana.

Što se tiče tada važećeg zakona o šumama, on je tolerisao skoro potpuno osamostaljivanje OOUR u odnosu na sve druge oblike organizovanja. Mnoge bivše šumske sekcije koje su postale u OOUR zahvaljujući toj samostalnosti prestale su da isporučuju industriji za preradu drveta najbolje trupce, jer su u svojim šumama napravile male pilane koje su sada pilile tu sirovinu. To je dovelo do povećanja dohotka tih OOUR za oko 3-5 puta, ali je dovelo do zatvaranja industrija furnirskih ploča u Pirotu i Kruševcu, a industrijske pilane i pilane u industriji prerade drveta skoro u bezizlazan materijalni položaj, namećući im samo lošu sirovinu iz koje se ne može izvući normalni procenat korišćenja. Novi zakon o šumama u tom smislu donosi nove reuglative pa će se ovo stanje verovatno ispraviti.

3. Sirovinska baza

U SRS se prema statističkim podacima (SRS od 1977. ... 1985. god.) poseče bruto količina drveta prikazana u tabeli broj 2, za period 1976. do 1984. god. detaljno, a 1966. godina kao kontrolna radi upoređenja.

Tabela 2.

POSEČENE KOLIČINE DRVETA PO IZVRŠIOCIMA SEČA U 000 m³

Godina	UKUPNO	Društvene šume					Šume u svojini				
		Svega	Šum. orga- niza- cija	Privr. predu- zeća	Ostale organ. prod.	Malo- prod.	Svega	Vlasn. šuma	Šum. organ.	Pred.za prerad. drveta	Ostale
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SR SRBIJA – UKUPNO											
1966	2989	1986	1743	12	59	173	1003	980	4	—	19
1976	3330	2221	1921	1	74	225	1109	1107	—	1	1
1977	3490	2384	2076	—	63	245	1106	1104	—	1	1
1978	3496	2367	2075	—	50	241	1130	1128	—	1	1
1979	3494	2353	2051	1	56	245	1141	1130	—	1	10
1980	3729	2504	2190	5	78	232	1224	1199	—	1	24
1981	3648	2394	2130	—	56	207	1254	1243	—	1	9
1982	3746	2490	2198	—	78	223	1256	1250	—	1	5
1983	3804	2601	2322	—	70	209	1203	1168	20	1	14
1984	3937	2693	2344	5	75	212	1244	1226	—	—	18

— porast seča u društvenim šumama:

od 1966. ... 1976., je 11,83%, od 1976. ... 1984. god je 21,25%

— porast seča u šumama u svojini: do 1966. ... 1976. god. je 10,57%, od 1976. ... 1984. god. je 17,17%

— porast seča ukupno društvene šume i šume u vlasništvu: od 1966. ... 1976. god. je 11,41%, od 1976. ... 1984. god. je 19,31%

— Izvor: SZS 1975. ... 1985. god.

U tabeli br. 2 su dati izvršiocima seča. Iz tabele se dalje vidi da se u društvenim šumama poseče od 2.221.000 do 2.693.000 m³/god. bruto količine drveta, a u šumama u svojini od 1.003.000 do 1.256.000 m³/god. bruto količine drveta.

Seča ukupno posmatrana je rasla u odnosu na period od 1966. do 1976. godine za 14,41%, a u odnosu na period od 1976. do 1984. godine za 19,31%. Ovo je izazvalo porast proizvodnje trupaca za piljenje (vidi tabelu br. 4) u periodu 1966. do 1977. godine za 22,70%, a od 1977. do 1982. godine za daljih 11,68%. Očigledno je da se navedeni porasti međusobno ne prate. To je posledica toga, što su u periodu od 1966. do 1976—1977. godine u pilansku preradu uvedeni sniženi kriterijumi standardizacije sirovine i uvođenje većih količina nestandardne i nekvalitetne sirovine u pilansku preradu i što su šumari promenili gledanje na etatna ograničenja, što je dovelo do povećanih seča uopšte (vidi tabelu br. 2).

Struktura sirovinske baze u SRS u U SRS i SAP data je, primera radi u tabeli br. 3.

Iz tabele broj 3 se vidi da pilane u SRS učestvuju u prerađivanju pilanske sirovine SFRJ samo sa 9,41% (izvor sirovina društvene šume). Da u USRS u toj prerađivanju učestvuju sa 69,19%, SAPK sa 8,11%, a SAPV sa 22,70%.

Po vrsti drveta prvo mesto imaju tvrdi lišćari sa 386.000 m³/god., drugo mesto meki lišćari sa 178.000 m³/god. i najzad četinari sa 163.000 m³/god. prerađene sirovine.

U ovom izlaganju se ne može zaobići impozantna

količina sirovine koja se ostvaruje iz šuma u svojini (vidi tabele broj 2 i 4). Da bi prikazali učešće te sirovine u pilanskoj prerađivanju poslužili smo se ocenama osnovanim na izlaganju profesora Sretena Nikolića i na podacima SZS.

Tabela 3.
STRUKTURA TRUPACA ZA PILJENJE (DRUŠTVENE ŠUME) ZA
1983. GODINU
(u 000m³)

Vrsta sortimenata	SFRJ	SRS	U SRS	SAPK	SAPV
Trupci za piljenje Ukupno	7715	727	503	59	165
– bukovina	2638	337	303	33	1
– hrastovina	527	32	15	1	16
– o t. l.	230	17	5	–	12
– topolovina	306	164	39	–	125
– o m. l.	103	14	4	–	10
– smrča-jela	3668	152	128	24	–
– o č.	244	11	9	1	1
Učešće SRS u jed.	100,00	9,41			
– U SRS i SAP u SRS		100,00	69,19	8,11	22,70

Izvor: SB SZS br. 1432 Bgd., izd. 1983. god.

Tabela 4.
SRS TRUPACA ZA PILJENJE UKUPNO (u m³/god.)

Godina	UKUPNO	Stanje rasta	Iz društvenih šuma bez maloprodaje		Iz šuma u vlasništvu sa maloprodajom	
	m ³ /god.		m ³ /god.	%	m ³ /god.	%
1966	949.757	–	499.000	52,54	460.757	47,44
1977	1.165.322	22,70	636.000	54,58	529.322	45,42
1982	1.301.472	11,68	722.000	55,48	579.472	44,52
1983	1.279.221	–2,16	726.000	56,75	553.221	43,25

Ocena proizilazi iz ispitanih odnosa učešća pojedinih šumskih sortimenata u ukupnoj bruto količini posečenog drveta. Tako su bruto posečene količine drveta (bez sitne granjevine) 53% tehničko oblo drvo, a ako tu količinu uzmemo kao 100% onda je od toga 88% trupaca za mehaničku preradu. Dalje prema podacima SGS ako posmatramo količinu trupaca za mehaničku preradu, onda pilanski trupci u njoj zauzimaju oko 83–85%, a ostali trupci (F. L, Š i sl.) 15 ...17%.

Računajući ovako i uzimajući da se male pilane alimentiraju iz ukupne količine iz šuma u svojini + količina maloprodaje iz društvenih šuma (vidi tabelu broj 2), dobili smo impozantno učešće malih pilana u preradi pilanske sirovine od 43,25 ... 47,46% od ukupne količine pilanskih trupaca u SRS dobijenih ovom ocenom. Navedeni procenti su u opadanju ali se nažalost ne može reći, da je to značajno opadanje. Pri tome ukupne količine pilanske sirovine dosežu red veličina od 949.757 m³/god. 1966. godine, 1.165.322 m³/god. 1977. godine, do 1.301.472 m³/god. u 1982. godini.

Karakteristike sirovine su nam pri tome poznate samo iz našeg iskustva na projektovanju pilana. Srednji prečnici se skoro redovno usvajaju sa oko 40-45 cm u istočnom i južnom delu uže Srbije, u zapadnom delu

oko 50-55 cm kod bukve, kod četinarina i hrasta nešto manje oko 40 cm. U SAPV hrastovina oko 50 cm, a topolovina oko 40 cm. SAPK slično kao južni delovi uže Srbije. Dužine se još uvek kroje u šumi najčešće 4-6 m ređe, 8 ili 12. Sasvim retko pilane idu na primanje celih debala ili višekratne oblovine, to čine uglavnom one pilane koje su u kombinatima osposobljenim za integralno korišćenje sirovine (Ivanjica).

Što se tiče snabdevanja sirovinom razlikujemo prvo pilane sa sopstvenom alimentacijom – pilane u društvenom sektoru su u tom pogledu uglavnom povezane sa šumarstvom samoupravnim sporazumima, a one koje su u samom šumarstvu imaju u pravom smislu svoju sirovinu i drugo, pilane koje se alimentiraju samo kupovinom sirovine gde spadaju sve privatne pilane u maloj privredi i većina društvenih pilana lociranih uz građevinske, metalne i druge reprodukcione celine. Načelna podela po ovom osnovu vidi se iz tabele broj 1.

Ovde treba dodati da u podacima SZS kojima se služimo nije evidentiran izvoz sirovine iz SRS u druge republike i inostranstvo, ali ni uvoz, mada i jedno i drugo egzistiraju, naročito bukve iz SRS prema SR Sloveniji i četinarini iz SR BiH prime SRS.

4. Proizvodnja

Proizvodnja piljene građe prikazana je u tabeli ukupno za SRS samo za društvene pilane (vidi tabelu broj 5).

Proizvodnja u malim pilanama nije poznata, ona se samo može oceniti sa 180.000 do 250.000 m³/god. piljene građe četinarara i lišćara zajedno.

Iz tabele broj 6 se vidi koliko je sirovine angažovano da bi se u društvenim pilanama proizvela količina građe navedena u tabeli broj 5. Iz podataka tabela 5 i 6 izvedena je tabela broj 7, koja prikazuje varijaciju procenata iskorišćenja u društvenim pilanama.

Procenat iskorišćenja je kod četinarara u granicama najmanji u periodu 60,39% a najveći 72,30%.

DRUŠTVENE ŠUME

Tabela 5.

SRS PROIZVEDENO PILJENE GRAĐE (u 000 m³)

Vrsta drva	1966	1977	1982	1983
četinari	62	94	93	102
lišćari	167	226	259	256
UKUPNO	229	310	352	358

Tabela 6.

SRS ANGAŽOVANA SIROVINA (u 000 m³)

četinari	91	130	154	161
lišćari	408	506	568	566
UKUPNO	499	636	722	727

Izvor: S. g. SZS „Šumarstvo“.

Tabela 7.

SRS PROSEČAN PROCENAT ISKORIŠĆAVANJA (%)

Vrsta drveta	1966.	1977.	1982.	1983.
četinari	68,13	72,30	60,39	63,35
lišćari	40,93	44,66	45,59	45,31
PROSEČNO:	45,89	48,74	48,75	49,24

Izvedeno iz tabela 6 i 7.

Međutim, osim te dve godine sa ekstremima varijacije u ostalim godinama procenat iskorišćenja ima blažu varijaciju, što govori u prilog dobrog korišćenja četinarskih sirovina, ali i o padu njenog kvaliteta.

Kod lišćara u posmatranom periodu imamo prvo porast pa ujednačenje varijacije procenta iskorišćenja. Međutim, ako se pogleda tabela broj 7 vidimo da ukupni procenat iskorišćenja svih lišćara raste od 40,93% u 1966. godini prema ustaljenim približno 45% od 1977.

do 1983. godine. Ovo se može — protumačiti uvođenjem dvofazne prerade u izvesnom broju novih pilana, koje su svoju proizvodnju počele prikazivati kroz primarno ispoljenu samo delimično sekundarno obrađenu građu, pa zatim plasiranu na decimiranje — izradu obrađaka za elemente finalne prerade.

Međutim, uzrok ovakvom stanju iskorišćenja nije samo u dvofaznoj preradi tvrdih lišćarskih vrsta, pravi uzrok leži u tome što se iskorišćavaju trupci niskog kvaliteta, a što je još pogoršano uvođenjem nestandardne sirovine u preradu. Ovome treba dodati okolnost da je dozvoljena letnja seča sa rokom od mesec dana od dana seče do prerade, što je teško ispoštovati, pa naročito bukova i topolova sirovina biva napadnuta prozuklošću, jer se najčešće i ne čuva propisano. Dovoljno je običi stovarišta sirovine na pilanama u SR Srbiji i uveriti se da su nažalost ovi navodi tačni.

5. Tehnološko organizovanje

Kod organizovanja tehnoloških procesa prerade u pilanama u SR Srbiji, razlikujemo tri varijante definisane po nameni pilana (vidi tabelu broj 1) i to:

- pilane sa samostalnom preradom,
- pilane totalno angažovane u reprodukciji,
- pilane delimično angažovane u reprodukciji i
- pilane u sistemima integralnog korišćenja sirovina.

5.1. Pilane sa samostalnom preradom

U ovom slučaju pilane su tehnološki organizovane po klasičnom sirovom postupku i rade uglavnom za slobodno tržište piljene građe. Pošto se danas traže sve više grubi obradci, naročito za izvoz, ove pilane imaju povećane proizvodne kapacitete u sekundarnom piljenju (pilane u Laznici, Goču, Kremni i sl.).

Karakteristično je da se sve ove pilane nalaze ekscentrično od industrijskih centara na samom izvoru sirovine i dobro su obezbeđene kvalitetnom sirovinom, zbog čega proizvode najkvalitetniju građu.

5.2. Pilane totalno angažovane u reprodukciji

U ovom slučaju pilane su tehnološki organizovane po principu prave dvofazne prerade. Primarno piljenje pri tome je obezbeđeno u izdvojenom prostoru. Primarno ispiljeni sortimenti idu na parenje i sušenje, a zatim u klasičnu krojačnicu elemenata za finalne proizvode. Ovakav rad pilana omogućen je time što se one nalaze na istoj lokaciji često u istom sklopu zgrada.

Ovakav sistem primenjen je kao model tehnološkog organizovanja recimo u reprodukcionoj celini „SIMPA“ iz Vranja, „Javor“ iz Kisača, „Polet“ iz Pirota i dr. U ovim slučajevima sva proizvedena građa plasira se u reprodukciju, pa se radi korišćenja proizvodnog kapaciteta finalne prerade, građa i dokupljuje na slobodnom tržištu.

Karakteristično je da sve ove pilane imaju slabu i nekvalitetnu sirovinsku bazu, a locirane su u regionalnim industrijskim centrima gde je tradicionalno bila razvijena finalna prerada.

5.3. Pilane delimično angažovane u reprodukciji

U ovom slučaju pilane su tehnološki organizovane po principu delimične dvofazne prerade. Primarno piljenje je povezano sa delom sekundarnog piljenja direktno u sirovom delu pilane. Program proizvodnje je takav da se u tom delu proizvodi okrajčena poluokrajčena i neokrajčena građa za tržište te neokrajčena i poluokrajčena građa po sopstvenom programu finalne prerade. Građa namenjena finalnoj preradi uglavnom ide na parenje i sušenja pa u savremenu decimircu gde se prerađuje u grube obradke.

Ovakav sistem primenjen je kao model tehnološkog organizovanja na pilanama koje imaju velike proizvodne kapacitete kao što je „Jasen“ Kraljevo, ŠIK „Ivanjica“ iz Ivanjice i dr.

Karakteristično je da sve ove pilane imaju staru pilanarsku tradiciju u Srbiji. One su postojale kao pilane, neke još i pre Prvog svetskog rata (Kraljevo). Danas su alimentirane sirovinom koju propuste male pilane, koje su nikle između njih i šume. Zbog toga one imaju nedovoljnu sirovinsku bazu, ne toliko dimenzionu nepogodnu, koliko nekvalitetnu. Iz tog razloga su se u ovim pilanama razvili procesi prerade nestandardne i nekvalitetne sirovine, manje ili više uspešno.

Ove pilane su locirane po principu srednjih transportnih distanci u odnosu na sirovinsku bazu postojećih šumskih područja. Često su baš one bile sa rudarstvom okosnica industrijskog razvoja na tom lokalitetu, što ih danas dovodi da se nalaze u razvijenim industrijskim centrima.

Pošto su uvek imale veliku proizvodnju građe za tržište, naročito za izvoz, uz njih je naknadno razvijena postepeno finalna prerada na građi koja se nije mogla efektno unovčiti, jer sa padom kvaliteta sirovine bilo je sve više nekvalitetne građe gledano u klasičnom smislu trgovačkih standarda.

Decimircice su razvijene prvo kao krojačnice finalnih pogona. Kada su ovi pogoni prošireni na račun krojačnica, nikle su prave savremene decimircice.

5.4. Pilana u sistemima integralnog korišćenja sirovine

Sistemi prikazani u tačkama 5.2. i 5.3. u smislu integralnog korišćenja sirovine predstavljaju u izvesnom smislu zatvorene celine, s tim što se sirovina u njima preradi u poluproizvode koji se prodaju i delimično prerađuju, ili ih prerađuju potpuno. Na ovo se nadovezuje iskorišćavanje otpadaka (krupnih i sitnih) za proizvodnju energije (toplote) za potrebe finalnog pogona i za grejanje i time se krug korišćenja zatvara.

Postoje i šire reproceline koje se bave integralnim korišćenjem uvođenjem procesa proizvodnje iverica i oplemenjenih iverica i furnira i furnirskih ploča. (u Ivanjici, Kučevu, Kruševcu) koji se uspešno razvijaju naravno ne bez trzavica.

Također se pokušalo na integriranju korišćenja otpadaka od pilanske prerade i sitnih šumskih sortimentata na planu regiona, pomoću proizvodnje mediapan ploča, što je u Srbiji doživelo neuspeh kako znamo (Dvorište, Kraljevo).

5.5. Organizovanje tehnoloških procesa u odnosu na vrstu sirovine

Srbija po svojoj konfiguraciji nije prostor u kome bi četinari mogli da zauzimaju presudnu ulogu u pilanskoj preradi. U Užoj Srbiji i u SAPK prevlađuje bukovina. Četinara ima na Zlatiboru, Tari, Zlataru, Šari, Kopaoniku ali nedovoljno da bi se organizovale pilane sa isključivo četinarskim procesima prerade. U SAPV prevlađuje hrast i topola. Zbog toga su u SRS uopšte posmatrano pilane tehnološki organizovane po principima prerade lišćara, one koje nisu tako organizovane sa izuzetkom.

5.6. Korišćenje otpadaka

Korišćenje otpadaka od pilanske prerade u SR Srbiji predstavlja veliki problem u preduzećima gde se ne proizvodi energija za sopstvene tehnološke potrebe, a i u dosta velikom broju preduzeća gde količine otpatka premašuju potrebe u energiji.

Prvi pokušaji na planu prikupljanja otpadaka iz prerade drveta i šumarstva su propali to smo već rekli. Ali nešto na tom planu se mora učiniti. Osnovni činilac ovakvog stanja treba da se eliminiše, a to je, da drvo treba da prestane da bude najjeftiniji izvor energije, među čvrstim i tečnim gorivima.

6. Proizvodni kapaciteti

Poznato je da proizvodni kapaciteti pilana zavise direktno od proizvodnih kapaciteta primarnih mašina. Znajući to mi smo napravili jednu neobaveznu preliminarnu anketu (raspitivali smo se i beležili podatke) po pitanju broja angažovanih primarnih mašina u pojedinim pilanama društvenog sektora u SRS i njihovim instaliranim karakteristikama (to su uopštene ocene koje uključuju starost, izrabljenost, održavanje mašina i alata, oštrenje alata, direktno zaposlenim radnicima i dr.). Iz ovako prikupljenih podataka formiran je prikaz u tabeli broj 8.

Iz table broj 8 vidi se broj vrsta i glavne karakteristike mašina i iskorišćenje proizvodnog kapaciteta pri radu koje iznosi, pri radu u jednoj smeni prosečno 0,84, a pri radu u dve smene 0,42, računato na osnovu propiljenih količina trupaca.

Prema podacima koje je 1975. godine naveo I. Aleksov prosečno iskorišćenje proizvodnih kapaciteta pilana u SRS je bilo 30% na osnovu propiljenih trupaca.

Imajući u vidu još i tabelu broj 7. vidimo da se i prosečan procenat iskorišćenja nije menjao bitno (1966 — 45,89%, 1977 — 48,74%, a 1983. godine — 49,24%) govori u prilog da su se pilanari trudili ne samo da postignu bolje korišćenje proizvodnih kapaciteta — čemu su pogodovale povećane seče, već i boljem korišćenju sirovine. Nažalost nemamo podataka o kvalitativnom i finansijskom iskorišćenju, zbog čega je ova konstatacija samo jednostrana, ali ipak povoljna. Ovo tim više što se povećao broj pilana za 16 jedinica (vidi tabelu broj 1). Međutim, očigledno je pri tome, da su ovi rezultati mogli da se postignu i bez povećanja broja pilana, jer

Tabela 8.

BROJ I ISKORIŠĆENJE PRIMARNIH MAŠINA I NJIHOVI INSTALANI PROIZVODNI KAPACITETI

	GVD	G	TPT			TPR		E 000 m ³		Iskoriš. pri radu	
			1100	1400	1600	1100	1500	ost.	inst.	1 sm.	2 sm.
U SRS	10	14	17	11	4	23	1	503	583	0,86	0,43
SAŠK	1	4	5	—	—	4	—	59	93	0,63	0,32
SAPV	3	2	7	5	3	3	1	165	189	0,87	0,44
SRS	14	30	29	16	7	30	2	727	865	0,84	0,42

GVD — gater visokog dejstva

G — običan gater (starije konstrukcije)

TPT — tračna pila trupčara (brojevi prečnici točkova)

TPR — tračna pila rastružna (brojevi prečnici točkova)

E — proizvodni kapacitet (ostvaren i instaliran u SRS)

— Izvedeno na bazi pomenute ankete i tabele broj 3 koji važi za 1983. godinu.

rezerve proizvodnih kapaciteta je bilo u drugoj smeni postojećeg broja pilana 1975. godine (čak iako bi njihova modernizacija izostala). Jasno je da bi pri tome, opisana demografska politika i prelivanje dohotka iz industrije za preradu drveta u šumarstvo morali takođe da izostanu.

7. Proizvodnost rada

U anketi o kojoj smo govorili raspitivali smo se i o broju radnika koji učestvuju u pilanskoj preradi. Nismo mogli da dobijemo realne podatke zato što anketa nije bila dovoljno detaljna, pa su odgovori bili uvek ukupan broj radnika koji je pokazao nenormalnu varijaciju (uključivani su radnici I i II smene, energana, sušioničari, šoferi kamiona za dopremu sirovina i sl.) prema datoj organizacionoj šemi anketiranog. Zbog toga smo pristupili oceniti broja radnika prema nekim podacima ankete i prema proizvodnom kapacitetu pilane (vidi tabelu broj 9).

Tabela 9.

OCENA BROJA RADNIKA ZA RAD U JEDNOJ SMENI

Proizvodni kapaciteti	Broj pilana	Broj radnika u 1 sm.	Ukupan br. radn. u 1 sm.	Podatak
m ³ /god	kom			
do 10.000	15	12	180	
10-50.000	17	29	493	
15-20.000	17	43	731	
20.000	11	51	561	
UKUPNO	60		1.965	3.261

Iz tabele 5 i 9. proizilazi da bi u uslovima SRS trebalo u 1983. godini prosečno da bude proizvedeno građe po pilanskom radniku u smeni oko 358.000 : 1965 . 265 = 0,6875 m³/radniku i smeni.

Prema anketi ovaj odnos je sledeći:

358.000 : 3.261 . 265 = 0,4143 m³/radniku i smeni.

Podaci su u oba slučaja poražavajući niski što govori o obimu ekstenzivnosti rada u društvenim pilanama SR Srbije.

O malim društvenim i privatnim pilanama nažalost nemamo podataka.

8. Zaključak

Imajući u vidu sve što je izloženo možemo zaključiti:

1) Broj pilana u SR Srbiji se povećao za poslednjih 7 godina za 16 jedinica,

2) To je posledica delovanja demografske politike i tada važećeg zakona o šumama,

3) Paralelno sa povećanjem broja pilana povećale su se i seče, mada je kvalitet i dimenzionalnost sirovine opao,

4) Prerađene količine pilanskih trupaca u SR Srbiji rasle su neproporcionalno sa povećanim sečama zbog sniženih kriterijuma kvaliteta sirovine i uvođenjem nestandardne sirovine — u preradu pilana. Međutim, nepovoljan je i odnos između trupaca prerađenih u društvenim pilanama (56,75%) prema pilanama u maloj privredi (43,25% u 1983. godini).

5) Postignuti procenti iskorišćenja su zadovoljavajući obzirom na kvalitet i dimenzionalnost sirovine (lišćari 45,31%, četinari 63,35%, prosek 49,24% u 1983. godini),

6) Tehnološko organizovanje u društvenim pilanama ima tendenciju osavremenjavanja (dvofazna prerada) i uključivanje u reprodukcione celine,

7) Korišćenje otpadaka je klasično — proizvodnja toplotne energije,

8) Proizvodni kapaciteti pilana u SR Srbiji, ako bi se radilo u jednoj smeni bili bi prosečno korišćeni u 1983. godini sa 84%, ako bi se radilo u dve smene 42%. Ovo je poboljšano u odnosu na period do 1975. godine kada je iznosilo prosečno 30%,

9) Proizvodnost rada je ispod svakog savremenog nivoa, ona se kreće u SR Srbiji u društvenim pilanama ako bi se radilo u jednoj smeni oko $0,6875 \text{ m}^3/\text{radniku}$ i smeni, a prema ocenama ankete o sadašnjem broju radnika u pilanskoj preradi oko $0,4143 \text{ m}^3/\text{radniku}$ i smeni. Pri tome se ne zna šta se događa u tom smislu na malim društvenim i privatnim pilanama kojih ima oko 800.

10) Preporuka koja iz ovog izlaganja proizilazi, je da se sa povećanjem broja pilana treba hitno prekinuti. Da postojeće pilane treba integrisati sa industrijom prerade (ukoliko one to već nisu), a ovu sa šumarstvom. Male pilane koje prerađuju više od 43% sirovine treba u to uključiti sa programiranjem proizvodnje i prikupljanjem proizvoda.

Dr Prka Tomislav, dipl. inž.
DI „Česma“ – Bjelovar

Literatura

1. Ivan Aleksov: Problemi optimalne regionalne reorganizacije prerade drveta Srbije, Šumarski fakultet, Beograd 1979. godine
2. Sreten Nikolić: Biomasa šuma i njen energetski značaj, Energija i razvoj, Jugoslovenski savez društva za širenje naučnih saznanja „Nikola Tesla“, Beograd, 1986. godine
3. Rudolf Sabadi, Hranislav Jakovac, Bernarda Bijelić. Gospodarski položaj pilanarstva u Hrvatskoj i očekivanja budućeg razvitka, Bilten ZIDI br. 4, Zagreb, 1983. godine
4. Statistički godišnjaci SR Srbije, 1976. do 1985. godine
5. Statistički bilteni Saveznog zavoda za statistiku oblast:
– šumarstvo, 1966, 1977, 1982, 1983. god.
– industrija 1966, 1977, 1982, 1983. god.

TEHNOLOŠKO-EKONOMSKO SAGLEDAVANJE: REKONSTRUKCIJA ILI IZGRADNJA NOVIH PILANA

1. Uvod

Na razvoj pilanske prerade drveta u proteklih tri-dešetak godina djelovalo je više činilaca, koji su uvjetovali, kod ove prerade, nekoliko perioda razvoja.

U godinama poslije rata glavni primarni stroj u našim pilanama bile su jarmače. Ovo razdoblje pilanske prerade drveta karakterizira proizvodnja za nepoznato tržište odnosno u pravilu za nepoznatog kupca i nepoznati gotov proizvod. U ovom periodu, pilane su bile posebno zainteresirane za proizvodnju što veće količine piljenica iz trupaca, iako se izborom određenih načina piljenja (posebno kod hrastovine) nastojalo proizvoditi piljenice što bolje kvalitete. Ovakvu proizvodnju poslije svjetskog rata, pratila je i pilanska teorija koja je razvijala teoriju o raspiljivanju trupaca uz postizavanje maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja (posebno kod prerade četinjača). Ovaj način prerade ukazuje na slabu vezu pilanske prerade s finalnom industrijom drveta.

Konceptija prerade koja ide za maksimalnim kvantitativnim iskorišćenjem trupaca, s preradom na jarmačama, nastojala je uglavnom izrađivati neokrajčenu građu (naročito kod prerada hrasta, jasena i dr.). Ovaj način prerade tražio je u pravilu i mali radni prostor (proizvodne hale), koji je često bio izgrađen kao improvizirani objekat od raznog materijala, bez mogućnosti za zagrijavanje i zadovoljavanje osnovnih uvjeta rada.

Sve veća potražnja za kvalitetnijim piljenicama (naročito kod hrastovine i bukovine) za potrebe finalne industrije drveta, uz istovremeni pad kvalitete pilanskih trupaca, doprinijelo je uvođenju tračnih pila trupčara prvenstveno kod prerade hrastovih i bukovih trupaca. Individualno piljenje, posebno hrastovih pilanskih trupaca sa tračnom pilom trupčarom dovelo je do zna-

čajnog povećanja izrade kvalitetnih piljenica. U ovom razdoblju kvaliteta pilanskih trupaca, uz preradu na tračnim pilama trupčarama, uvjetovala je veću doradu piljenica kako bi se zadovoljile potrebe finalne prerade drveta. Ovaj period pilanske prerade drveta praćen je sa izgradnjom (ili dogradnjom postojećih) objekata koji imaju veću radnu površinu nego što je to bilo u prethodnom razdoblju pilanske prerade.

Značajan razvoj furnirske prerade drveta doveo je do većeg osiromašenja pilanske prerade u kvalitetnim trupcima (posebno kod hrastovine i bukovine) i trupaca većih promjera. Tržište pilanskih proizvoda i dalje je potraživalo kvalitetne proizvode, a što se još više zaoštravalo sa daljnjim razvojem finalne prerade drveta. 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. Namjenska pilanska prerada izrađuje specificirane proizvode za poznate finalne proizvode. Pilanska tehnologija namjenske izrade elemenata (obradaka) je organizirana prostorno i tehnološki kao dvije cjeline: primarna i doradna pilana. U primarnoj pilani se prerađuju pilanski trupci u primarne piljenice (neokrajčene i poluokrajčene) U doradnoj se pilani primarne piljenice dalje prerađuju u drvene elemente (obratke) pravilnih prizmatskih oblika. Namjenska pilanska prerada dovela je do daljnjeg proširenja radnog prostora, a kod novih pilana do izgradnje većih proizvodnih hala nego što je to bilo uobičajeno kod klasične pilanske prerade. U ovom razdoblju pilanske prerade došlo je i do mehanizacije unutarnjeg transporta, što je dovelo do izgradnje saobraćajnica. Sve veća tehnološka povezanost pilanske i finalne prerade drveta dovela je do razvoja industrijskog sušenja u sastavu pilanske prerade drveta.

2. Sadašnje stanje pilanske prerade

Pilane s obzirom na kapacitet neki dijele na: male, srednje i velike. Ova podjela pilana je relativna, ali za pilane koje prerađuju dijelom hrast, a dijelom bukvu u većem su broju tzv. srednje, koje u pravilu prerađuju godišnje u dvije smjene do 30.000 m³ trupaca. Razvoj postojećih pilana u smislu povećanja godišnjeg proreza trupaca nije moguć radi sirovine koja je limitirajući faktor i tamo gdje je postojala još tzv. slobodna pilanska sirovina, izgrađeni su novi pilanski kapaciteti, koji u pravilu pokrivaju sirovinu na određenoj društveno-političkoj zajednici. Prisutno je uvjerenje, da je najlakše izgraditi pilanske kapacitete i razriještiti dijelom nezaposlenost u tzv. nerazvijenim komunama, što je dovelo do toga, da skoro svaka općina ima svoju pilanu.

Danas bi mogli pilane svrstati u dvije grupe: one koje proizvode za tržište tj. nisu direktno vezane na određene (u sastavu iste radne organizacije) pogone finalne industrije i pilane koje to jesu.

Pilane koje nisu direktno u sastavu sa finalnom industrijom drveta u pravilu iz kvalitetnih primarnih piljenica izrađuju kao gotov proizvod samice. Sve ostalo, lošije primarne piljenice, kao i dio piljenog materijala koji ostaje kod izrade samica, prerađuje se u standardnu okrajčenu građu ili piljene elemente (obratke) za potrebe raznih pogona finalne industrije drveta. Iz piljenog materijala koji po dimenzijama i kvaliteti ne odgovara za izradu okrajčene građe ili elemenata, proizvode se popruge namjenjene industriji parketa.

Pilane koje su u direktnom sastavu sa nekim pogonom finalne industrije drveta imaju nešto drugačije karakteristike. Pojedine pilane izrađuju samo primarne piljenice, koje se dalje obrađuju u pogonima finalne prerade drveta. Ukoliko vlastita finalna prerada drveta nema potrebe za svom piljenom građom, tada ove pilane iz boljih piljenica i trupaca izrađuju samice i piljene elemente. Kod drugih pilana u preradi trupaca može se pojaviti proizvodnja neokrajčene građe (samica) i piljenih elemenata ili samo proizvodnja piljenih elemenata. Ukoliko vlastita finalna industrija drveta nema potrebe za svom piljenom građom, pilane izrađuju i samice za tržište. Samice se izrađuju iz boljih primarnih piljenica i u količinama koje ne narušavaju potrebe vlastite finalne prerade. U slučaju kada finalna proizvodnja ima potrebe za svom građom iz vlastite pilane, tada se svi trupci namjenski prerađuju u piljene elemente.

Namjenska pilanska tehnologija, koja je u našoj pilanskoj praksi novijeg razdoblja, ipak ima svoju tradiciju više od desetak godina. Sadašnja tehnika i tehnologija nije zadovoljavajuća. Svi pokazatelji proizvodnje su u opadanju i predstavljaju kritično razdoblje uspješnosti privređivanja pilanske prerade drveta. Rezultat poslovanja u pilanskoj preradi približio se granici koja vodi prema negativnom poslovanju. Iznimka od ovoga su pilane koje još uvijek prerađuju sirovinu (hrast, jasen) u relativno boljoj kvaliteti i svoje proizvode prodaju na tržište po najpovoljnijim uvjetima.

Sve lošiji rezultat poslovanja pilanske prerade ne leži u razlogu što pilane svoje proizvode ne mogu plasirati. Plasman pilanskih proizvoda je relativno povoljan, a i uz tu činjenicu rezultati poslovanja su više nego skromni. Razlog ovoga treba tražiti prvenstveno u sve većem padu promjera pilanskih trupaca, a dijelom i

daljnijeg pada kvalitete. I ovakva pilanska sirovina je relativno sve skuplja, te uz nisku proizvodnost rada koju pilane imaju, kao uz ostvarenje sve nižih iskorišćenja sirovine i uz sve veći udio sitnih proizvoda postaje osnovni uzrok nepovoljnijeg privređivanja u pilanskoj preradi u zadnjih nekoliko godina.

Sadašnja pilanska tehnika i tehnologija, ne daju mogućnosti značajnijeg porasta proizvodnosti rada. Kvaliteta trupaca uvjetuje smanjenje iskorišćenja, kojega je teško sa sadašnjim postrojenjem, a naročito u doradnoj preradi povećati, jer su mjerni instrumenti (određivanje dužine i širine) neprecizni, a radnik je u prvom planu, koji određuje i kvalitetu i dimenzije elemenata koji se izrađuju iz određene primarne piljenice. Velika odstupanja oko točnosti dimenzija, određivanje kombinacija elemenata koji će se izrađivati iz određenih piljenica u domeni je radnika koji radi na određenim strojevima, kao i sve veći napad sitnih proizvoda (popruge) nužno vodi smanjenju iskorišćenja pilanskih trupaca.

3. Potreba za rekonstrukcijama ili preseljenju pilanskih pogona na novu lokaciju

Povoljno razdoblje uspješnog poslovanja pilanske prerade drveta je prošlost. Sve više pilanskih prerada drveta (prerada hrasta, bukve), radi za potrebe vlastite finalne industrije drveta, te kroz plasman finalnih proizvoda na svjetskom tržištu ostvaruju zajednički dohodak. Poznato je da se naš način privređivanja ne uklapa u svjetske cijene i u pravilu se izvozi s određenim gubitkom. Veliku stopu inflacije, a u cilju očuvanja osobnog standarda, šumarstvo kontinuirano prati u povećanju cijene sirovine.

Svemu ovome je potrebno pridodati slabosti u pilanskoj preradi, a koje se najviše očituju kroz nisku produktivnost rada. Kod prerade hrasta i bukve uz proizvodnju i standardnih proizvoda (samica) i namjenske proizvodnje elemenata (obradaka) radi na našim pilanama, koje po veličini spadaju u tzv. srednje, cca 180–200 radnika na svim poslovima: od stovarišta trupaca, proizvodnje, do otpreme gotovih proizvoda i nužno potrebne administracije. Na ovakvim pilanama, koje godišnje prerađuju cca 23–25.000 m³ trupaca, je produktivnost iznad 30 sati po m³ gotovog proizvoda i to kada se u proizvodnost rada obračunavaju samo radnici iz neposredne proizvodnje.

Prosječni promjer pilanskih trupaca (hrasta i bukve) je sve niži, a poznat je i značajni pad kvalitete, jer kvalitetniji i trupci većih promjera, već odavno završavaju u pogonima proizvodnje furnira. Sve ovo donosi smanjenje iskorišćenja kod pilanske prerade drveta. Tehnologija u pilanskoj preradi drveta zaustavljena je na ostvarenju pred desetak i više godina, kada je ipak situacija sa sirovinom bila povoljnija nego što je danas, a posebno nego što će biti u bliskoj budućnosti. Ova tehnologija, kao i postrojenja na kojima se proizvode pilanski proizvodi nije u mogućnosti iz raspoložive sirovine ostvariti povoljnije pokazatelje proizvodnje.

Na negativni trend u pilanskoj preradi utječu i drugi činioci, koji su u pravilu specifični za pojedine pogone i ne mogu se generalno uzeti za cjelokupnu pilansku preradu drveta. Krizne privredne situacije, a u koju ulazi i pilanska prerada drveta, pored niza velikih problema,

koje sa sobom nose, ispoljavaju uvjetno i jednu pozitivnu karakteristiku. Pozitivnost je u nužnosti da se ipak mora za trenutak zastati, kako bi se napravila analiza, sagledao pređeni put i način otklanjanja slabosti, sa zadatkom, da se na osnovu novih spoznaja odredi sigurniji pravac razvoja.

Polazne osnove svakog, pa i ovog razvoja, trebaju biti u jačanju udjela prerade drveta u međunarodnoj podjeli rada. Ovaj razvoj podrazumjeva da je i u pilanskoj preradi potrebno napustiti ili svesti na najmanju potrebnu mjeru program izvoza pilanskih proizvoda, a u korist intenzivnog izvoza finalnih proizvoda iz drveta, a čiji je tada zadatak ostvarivanje većeg ukupnog efekta, koji će biti bolji i za pilansku i za finalnu preradu drveta. Ovako koncipiran razvoj pilanske prerade drveta uvjetuje nužnost ili rekonstrukcije ili preseljenje pilanskih pogona na novu lokaciju. Ovi zahtevi u pilanskoj preradi drveta trebaju donijeti noviju suvremeniju tehnologiju, koja će osigurati značajno veću proizvodnost rada i povećanje iskorišćenja pilanske sirovine.

Ulaganja u rekonstrukcije, a posebno u izgradnju pilanskih pogona na novim lokacijama su danas značajna i u pravilu prelaze vlastite mogućnosti pilanske prerade. Uvažavajući činjenicu da pilane nemaju vlastitih sredstava za ova ulaganja, uz sadašnju kamatnu stopu, zaduženja bi rasla iznad mogućnosti redovne otplate, a da pri tome pilanska prerada posluje zadovoljavajuće i uspješno.

Sadašnja situacija u pilanskoj preradi drveta je na kritičnoj točki, s jedne strane nužni su zahvati u tehnologiju i postrojenja, a s druge strane ulaganja u novu tehnologiju su velika, a pilane nemaju vlastita sredstva s kojima bi mogle izvršiti svoju modernizaciju. Naše pilane koje prerađuju hrastovu i bukove pilansku sirovinu (u pravilu i kod prerade drugih vrsta drveta) su u većini slučajeva godišnjeg proreza cca 20–30.000 m³ trupaca. Mogućnosti većeg proreza iz poznatih razloga nema. Ovo onemogućuje opravdanost većeg ulaganja radi značajnog povećanja proreza trupaca odnosno proizvodnje gotovih pilanskih proizvoda.

Složena problematika u pilanskoj preradi drveta upućuje na vrlo racionalna ulaganja, ali uz uvijet ostvarivanja novih tehnologija u namjenskoj pilanskoj industriji. Postojeći objekti i radni prostori u pilanarstvu su se u pravilu izgrađivali kroz razne dogradnje, kako bi se zadovoljila tadašnja tehnologija. U ovakav radni prostor vrlo je teško ugraditi nova postrojenja i uređaje, koji trebaju dati novu tehnologiju. Uz ovo, u kombinatima, pilane su u pravilu nastale kao prvi prerađivači drveta, te njihova postojeća lokacija smeta daljnjem razvoju ostalih prerađivača drveta (polufinalna i finalna prerada drveta), čije eventualno preseljenje na novu lokaciju traži i znatno veća sredstva nego što su potrebna za preseljenje pilanske prerade drveta.

Prema sadašnjim procjenama nova izgradnja pilanske prerade drveta s kapacitetom od cca 25-30.000 m³ godišnjeg proreza hrastove i bukove sirovine iznosilo bi cca 3 milijarde dinara. Pomanjkanje vlastitih sredstava u pilanskoj preradi uvjetuje uzimanje kredita, čija je danas kamatna stopa vrlo visoka. Sve ovo dovodi do značajno velikih otplata, koje vjerojatno ovaj prorez ne može podnijeti s tim da pilanska prerada drveta ostvari još zadovoljavajući efekat. Kod preseljenja pilanskih pogona na novu lokaciju, ulaganja su značajna u građe-

vinske radove. Potrebno je izgraditi proizvodne hale, stovarište sirovine, skladište gotovih proizvoda, saobraćajnice kao i drugu infrastrukturu, što prema procjeni nosi preko 50% sredstava potrebnih za cjelokupnu investiciju. Ovakav zahvat teško je ostvariti, a da pri tome pilanska prerada osigura zadovoljavajuće poslovanje. Teškoće u privređivanju, a koje se sve više zaoštavaju i u kojima imaju šansu da opstanu samo oni proizvođači koji mogu ponuditi nešto što je bolje, kvalitetnije i jeftinije nego što nude drugi, uvjetuje razrješenje sadašnje problematike u pilanskoj preradi drveta. Ovu sadašnju problematiku u pilanskoj preradi drveta, moguće je uspješno razriješiti samo kroz novu suvremenu tehnologiju.

Sadašnji uvjeti privređivanja, koji nisu kratkoročni, onemogućavaju ulaganja koja nemaju ekonomsku podlogu. Ta ulaganja društveno su neprihvatljiva ne samo za pilansku preradu, već za cjelokupnu privredu. Ulaganja pod motom „bitno je nešto izgraditi, a vratit će to već netko“ treba u sagledavanju investicija prihvatiti kao prošlost. Razmišljanja koja i dalje idu u smislu da je bitno samo izgraditi nešto novo nije usluga ni pilanskoj preradi drveta, a ni društvu u cjelini. U osiromašenoj pilanskoj preradi drveta, nužna je modernizacija i uvođenje nove tehnologije, ali samo uz uvjet da pridonese boljim uslovima privređivanja.

Problematika ulaganja u modernizaciju pilanske prerade drveta traži odgovornu analizu za svaki slučaj zasebno. Svestrane analize trebaju pokazati kojim putem ići u modernizaciju pilanskih pogona. U sadašnjoj pilanskoj praksi mogu se pojaviti slijedeći slučajevi modernizacije postojećih pilanskih pogona:

1. Kod pilana koje imaju zadovoljavajuće građevinske objekte (proizvodne hale, skladišta, saobraćajnice, eventualno sušnice i dr.), sagledati mogućnost postavljanja suvremene opreme i rješavanja unutrašnjeg transporta s ciljem značajnog povećanja proizvodnosti rada. Ova rješenja rekonstrukcije i modernizacije pilanske prerade drveta u komparaciji sa drugim rješenjima treba dati najveći efekat privređivanja kod proreza iste količine trupaca i iste vrste drveta. Kod ovih pilanskih pogona građevinska ulaganja potrebna su samo u temelje i manje preinake.

2. Pilane koje nemaju u potpunosti zadovoljavajuće građevinske objekte i bez dogradnje nije moguće postaviti opremu, koja treba osigurati veću proizvodnost rada i iskorišćenje sirovine, uvjetuje veća sredstva u građevinske radove, a s tim i manje poslovne efekte, nego što je slučaj kada nema ulaganja u građevinske objekte.

3. Preseljenje pilanske prerade na novu lokaciju, ali na postojeći prostor u radnoj organizaciji, može imati manja ulaganja nego preseljenje na novu lokaciju gdje je potrebna izgradnja uz proizvodne hale i kompletna infrastruktura. Ovi zahvati zaslužuju pomnu analizu i vjerojatno su opravdani u slučaju kada je preseljenje nužno radi razvoja drugih prerada drveta. U tom slučaju ove prerade drveta trebaju snositi značajan dio troškova izgradnje građevinskih objekata potrebnih za pilansku preradu drveta, jer će razvoj svoje proizvodnje djelom moći osigurati u sadašnjim objektima pilanske prerade drveta. Samo šira analiza koja uključuje i preseljenje pilanske prerade na novu lokaciju i efekte razvoja druge prerade drveta u postojećim objektima pilane mogu dati pozitivan ili negativan odgovor o opravdanosti većih građevinskih zahvata u pilanskoj preradi drveta. Generali-

zacija u razjašnjavanju razvoja i modernizacije pilanske prerade drveta nije moguća bez negativnih posljedica, a koje mogu pridonijeti lošijem poslovanju nego što ostvaruju pilane na sadašnjem stupnju razvoja. Svaki pogon ima svoje specifičnosti, koje je potrebno uvažiti i struč-

no osvijetliti, te na osnovu detaljnije analize izvući najoptimalnije rješenje koje kao minimum mora osigurati uz značajan porast proizvodnosti rada i iskorišćenja sirovine još bolji poslovni rezultat nego što ga imaju pilane u sadašnjim uvjetima rada.

*Mr Zdenko Petrič, dipl. ing.
Industrijski biro, Ljubljana*

SMERI TEHNOLOŠKO TEHNIČNEGA RAZVOJA V PRIMARNI PREDELAVI LESA

Uvod

Doletela me je dolžnost, da na 5. kolokviju iz Tehnologije masivnog drva, ki ga organizira Zavod za istraživanje u drvnj industriji Šumarskog fakulteta u Zagrebu, ki je posvećen „Modernizaciji i inovaciji u pilanskoj preradi drveta“, podam sliko o današnjih in bodočih smereh tehnološkega razvoja v primarni predelavi lesa.

Že v naprej naj omenim, da so moja izvajanja samo razmišljanja tehnologa, ki obravnava tehnično tehnološko problematiko, ki je za razumevanja razvoja primarne predelave lesa bistveno pomembna. Referat ne vsebuje ekonomskih razmišljanj, ki bi vizijo razvoja, ki jo podajam, lahko tudi potrdila.

Kratek pregled razvoja slovenske žagarske industrije

Za pravilno razumevanje današnjega stanja žagarske industrije in pogojev, v katerih se je razvijala slovenska žagarska industrija, se je potrebno ozreti nekoliko v našo zgodovino industrijske predelave lesa.

Seveda ni mogoče v času, ki je predviden za predavanje, obširno analizirati dolge razvojne poti industrijske primarne predelave lesa, zato bomo spregovorili le o grobih obrisih te poti.

Žagarska industrija je imela v naših krajih svoje predhodnike v obliki vodnih žag veneciank, postavljenih ob potokih in rekah. Pravo obdobje žagarske industrije se je začelo šele po iznajdbi parnega stroja in njegovih uporati pri nas.

Oglejmo si približno, kdaj so bile postavljene prve industrijske žage, kako so izgledale in koliko časa so obdržale svoj izgled.

V kolikor je verjeti ohranjenemu prvemu pisanemu izročilu, seže začetek industrijske predelave lesa pri nas v leto 1860, ko je bila postavljena parna žaga v Loškem potoku. Drugi vir poroča, da je bila nekoliko preje že postavljena parna žaga na Pohorju, kar pa za naše razmišljanje ni ravno važno. Za nas je zanimivo, da so tedaj in še dolga desetletja potem, industrijsko žago predstavljali osnovni stroj polnojarmenik in dve krožni žagi, od katerih je ena služila kot čelilnik, druga pa robilnik desk. Našteti stroji so bili postavljeni v pokriti lopi, med seboj pa so bili povezani z dekoviljskim tiro, ki je služil za transport hlodovine do osnovnega stroja in desk do sekundarnih strojev. Ta tip industrijskega žagarskega obrata se v Sloveniji ni spremenil več kot sto let in ga poznamo v času pred prvo svetovno vojno, med obema svetovnjima vojnima in še dolga leta po drugi svetovni vojni. Prvo obdobje industrijskih žag v Sloveniji,

ki ga karakterizira prvobitni izgled žagalnice, je trajalo izredno dolgo. Na dolžino tega obdobja so prav gotovo vplivala periodična krizna gospodarska obdobja, predvsem velika svetovna kriza z začetkom v letu 1929, pa tudi dve svetovni vojni, predvsem druga, ki je večino industrijskih žag pri nas porušila. Tudi povojno obdobje, ko je primanjkovalo sredstven za obnovo in posodobitev žag, je bilo krivo, da so naše žagalnice v razvojnem smislu ostale na prvobitni stopnji industrijskih žag.

Čeprav v samih žagalnicah ni prišlo do modernizacije tehnološkega procesa, pa so po vojni začeli pri žagah graditi parilnice in sušilnice žaganega lesa, kar je bil napredek v prid dviganju kvalitete in vrednosti žaganega lesa, predvsem bukovega.

Modernizacija slovenskih žag je nastopila po drugi svetovni vojni z veliko zakasnitvijo. Že leta 1948 je bila sicer poslana v Slovenijo dvopolnojarmeniška mehanizirana žaga švedskega tipa. LIP v Mariboru je pošiljko vskladiščil za celih 10 let, nakar so žago 1958 postavili v Limbušu. Takrat se je slovenska žagarska industrija prvič srečala z mehanizirano industrijsko žago visoke zmogljivosti, ki je bila zaradi direktnega prenosa švedske tehnologije v balkanske razmere na videz zelo čudna. Vendar je bila žaga opremljena z neštetiimi transporterji, ki so uspešno skrbeli za lažje delo delavcev in za doseg zavidljivih zmogljivosti takratnih polnojarmenikov. Limbuška žaga na slovenske žagarje ni naredila posebnega vtisa. Pač pa je prišel v istem času izziv za slovenske žagarje iz Avstrije. Lesnoindustriji, ki so obiskovali posodobljene avstrijske žage, so ugotovili, da mora biti mehanizacija prilagojena krajevnim razmeram in da direktni prenos tehnologije iz druge dežele ne rodi najboljših uspehov. Tako se je leta 1960 začela akcija za rekonstrukcijo 4 novih mehaniziranih žag, od katerih vsaka naj bi bila opremljena z mehaniziranim sortiranjem na hodišču, mehaniziranim parom polnojarmenikov v žagalnici in mehanizirano sortirnico žaganega lesa. Žage LIP Bled – Rečica, LIP Nazarje, LIP Slovenj Gradec – Otiški vrh, so bile projektirane in postavljene v naslednjih dveh letih. Za žago v Ribnici, za katero ni bil izdelan projekt, je bila kupljena kompletna strojna in transportna oprema. Vendar se žaga ni gradila na novo, ampak so postavili v obstoječo žagalnico samo stroje, transportna oprema pa se je veliko kasneje razprodala. Lahko smatramo, da je bila postavitev teh 4 mehaniziranih žag prvi organizirani val rekonstrukcije slovenskih žag po drugi svetovni vojni. Podjetja, ki so svoje žage rekonstruirala, so opravila nakup strojev in gradnjo pod okriljem Poslovnega združenja. Pri izbiri tehnološkega procesa teh žag so se projektanti in investitorji zgledovali predv-

sem v Avstriji in Nemčiji. Stroji in transportne naprave so bili uvoženi iz Nemčije. Te nove žage so predstavljale uspešno investicijo in so imele več pozitivnih vplivov.

a) Ko so se investitorji odločali o rekonstrukciji svoje žagarske industrije, so se med seboj organizirali in obravnavali vse probleme skupno. Pravilno so ocenili, da ne gre samo za zamenjavo strojev v žagalnicah, ampak za modernizacijo vseh objektov žage, kar je potrebno projektirati. Predvideli so koncentracijo predelave hlodovine in se pripravili na posledice. Opravili so skupen nakup opreme in dosegli predvidene cilje. Samo eden od investitorjev, ki ni imel projektov, rekonstrukcije žage ni izpeljal do konca in ni dosegel predvidene koncentracije hlodovine.

b) Nove žage so zaradi dobro izbrane mehanizacije in sodobne opreme dosegale veliko racionalizacijo delovne sile in veliko povečanje razžagane hlodovine. To vse je rodilo vidne ekonomske efekte.

c) Ko so drugi slovenski žagarji videli rezultate rekonstruiranih žag in njih vpliv na koncentracijo surovine, so spoznali, da lahko svoje interese zaščitijo samo z rekonstrukcijo in modernizacijo svojih obratov. To je sprožilo drugi val modernizacije naših žag.

Drugi val rekonstrukcije slovenskih žag žal ni bil več organiziran. Trajal je cca 20 let in je zajel vse ostale naše industrijske žage. Ni mogoče trditi, da žagarski obrati tehnično niso bili ustrezno rekonstruirani. Lahko pa trdimo, da slovenski žagarski industriji kot celoti, niso prinesli nič konstruktivnega.

Rekonstrukcije ali celo novogradnje niso bile organizirano planirane, vodene in kontrolirane iz enega mesta, saj ni bilo organa, ki bi to opravljal. Vsak žagarski obrat se je reševal v okviru svoje finančne in umske zmožnosti. Niso ravno upoštevali zmožnosti surovinске baze niti potrošnikov v industrijskem bazenu. To vse je rodilo dolgoročne negativne posledice, ki jih nekatere večje žage sicer še niso povsem zaznale, srednje velike žage jih že občutijo, večina manjših žag pa ima zaradi teh posledic svoj obstoj ogrožen.

Vendar je potrebno omeniti tudi pozitivne vplive drugega vala rekonstrukcije slovenske žagarske industrije. V tem obdobju se je moderniziralo cca 35 žag s hloidišči, žagalnicami in sortirnicami žaganega lesa, kar je olajšalo položaj ročnega delavca in ustvarilo boljše ekonomske efekte proizvodnje posameznih žag.

Obdobje drugega vala rekonstrukcije žag pa je zanimivo tudi po tem, da je v zadnjih 13 letih sovpadalo z izgradnjo mehaniziranih skladišč za oblovino iglavcev, ki so jih praviloma postavljali ob hloidišča večjih žag. V zadnjem desetletju smo namreč pričali nenadnemu uspešnemu sodelovanju gozdarstva in lesne industrije pri soinvestiranju v moderne skupne objekte, ki so locirani ob žagah. Do tega sodelovanja je prišlo predvsem zaradi povsem novih tehnoloških prijemov pri izdelavi gozdnih sortimentov. Neizprosni ekonomski zakoni proizvodnje so tudi v gozdarstvu spremenili stoletni način izdelave gozdnih sortimentov v gozdu. Gozdarji so začeli uvajati racionalnejšo mehanizirano dodelavo gozdnih sortimentov na mehaniziranih lesnih skladiščih oblovine. Postavljajo se mehanizirane linije za dodelavo gozdnih sortimentov, ki oblovino olupijo, izmerijo ter krojijo in sortirajo sortimente. Ker na mehaniziranih linijah za dodelavo gozdnih sortimentov napade največji delež žagarske hlodovine, se te linije postavljajo ob žagah.

Tako nastajajo skupni interesi gozdarstva in žagarske industrije, ki se v zadnjem desetletju kažejo v številnih skupnih vlaganjih v mehanizirana lesna skladišča. Sodelovanje te vrste ima daljnosežen vpliv na trajnost koncentracije hlodovine ob žagah, kjer so zgrajena meh. lesna skladišča oblovine. Ta pojav pa je in bo še vplival na dolgoročni perspektivni razvoj žagarske industrije v Sloveniji.

Mehanizirana skladišča oblovine pa ne vplivajo samo na povečano koncentracijo oblovine na skladiščih, ampak tudi na kvaliteto in strukturo izdelanih gozdnih sortimentov. Prihaja do pojava prestrukturiranja gozdnih sortimentov v obliki napada večje količine tanke hlodovine za mehansko predelavo lesa, na račun jamskega lesa in celuloznega lesa. Pojav večje količine tanke hlodovine pa je nov izziv žagarjem za njeno racionalno predelavo, ki bo tudi vplival na dolgoročni perspektivni razvoj žagarske industrije v Sloveniji.

Zahodnoevropske razmere v žagarstvu

Vse slovenske žage so se v svojem razvojnem obdobju oskrbovale z žagarskimi stroji najprej iz Avstrije, kasneje iz Nemčije in nekaj iz Belgije in Francije. Čeprav je bila oskrba s tujimi stroji v povojnem obdobju vedno omejena, se domača proizvodnja osnovnih žagarskih strojev, kljub dvema večjima poizkusoma, (Litostroj iz Ljubljane je izdeloval polnojarmenike; Bratstvo iz Zagreba izdeluje tračne žage hlodovke in cepilke), ni posebno obnesla. V zadnjem času obstojajo tudi domači proizvajalci nekaterih sekundarnih žagarskih strojev, ki pa se morajo v praksi še potrditi.

Stanje je nekoliko boljše pri ponudbi transportnih naprav, saj nekateri domači proizvajalci s pomočjo tujih kooperantov, že nudijo dokaj sodobne transportne naprave.

Vendar moramo predvidevati, da se bo naša žagarska industrija tudi v bodočem razvojnem obdobju morala oskrbovati z modernimi osnovnimi stroji iz Zahodne Evrope, ali določneje predvsem iz Zahodne Nemčije.

Če želimo spregovoriti o perspektivnem razvoju naših žag, ki se bodo torej prisiljene oskrbovati s stroji iz tujine, se moramo najprej seznaniti s temi stroji, njihovim tehničnim nivojem in žagarsko tehnologijo, kateri so ti stroji namenjeni.

Tovarne žagarskih strojev v zahodni Evropi delujejo v zahtevnejših gospodarskih pogojih, pod vplivom neizprosni proizvodnih in tržnih zakonitosti in so prisiljene izdelovati stroje, ki so povsem prilagojeni potrebam oziroma zahtevam tržišča. Poleg potreb tržišča morajo raziskovati tudi spremembe in novosti materialov za izdelavo strojev, predvsem rezil, lastnosti surovine in tehnološke procese za racionalno predelavo te surovine. Šele analize vseh omenjenih tehničnih, tehnoloških in ekonomskih raziskav dajo osnovo za razvoj uspešnega stroja, ki ga tržišče sprejme, ker ga je mogoče uspešno porabiti takoj in ker ustreza tudi zakasnejše izboljšave tehnološkega procesa.

Oglejmo si nekatere važne od številnih faktorjev, ki odločujoče vplivajo na razvoj sodobnega žagarskega stroja. Opisovali bomo zahodnoevropske razmere, da bi lažje razumeli, zakaj so razvili stroje s tehnološko tehničnimi karakteristikami, ki nas presenečajo.

SUROVINA — Surovina s svojo dolžinsko in debelinsko strukturo, padom premera in ceno ima največji vpliv na vrsto, konstrukcijo, in kapaciteto stroja. V Skandinaviji, Nemčiji in Avstriji je v zadnjih letih zaznati izredno močen padec premera žagarske hlodovine. Hlodovina prihaja iz 100 in več let vzgajanih gozdnih sestojev, iz golosečenj enodobnih sestojev in ima pravilno obliko, dobro polnolesnost in najboljšo kvaliteto lesa. Zaradi priključitve tanke hlodovine, debeline 10 cm na tankem koncu k žagarski hlodovini, je dobila njihova hlodovina, za naše pojme, presenetljivo debelinsko strukturo. Žage razžagujejo hlode, ki imajo minimalno debelino v sredini hloda 14 cm, srednjo debelino 21 cm, maksimalno debelino 40 cm. To pomeni, da je v 1 m³ hlodov pri minimalnem premeru 65 tm hlodov, srednjem premeru 29 tm hlodov in v maksimalnem premeru 8 tm hlodov.

CENA LESA — Cena lesa je pri njih specifična glede na: različne dolžinske razrede, različne debelinske razrede, različne kvalitete lesa, različno stopnjo polnolesnosti hloda in provenienco hlodovine. V ceni surovine so torej upoštevani vsi faktorji, ki odločajo o kvantitetnem, kvalitetnem in vrednostnem izkoriščanju hlodovine.

KONCENTRACIJA SUROVINE — V zadnjih letih prihaja v zahodni Evropi do množičnega pojava zapiranja majnih žag in do možnosti zbiranja večje količine hlodovine na večjih žagah, ki zato uspešneje gospodarijo. Poleg tega je na njihovem tržišču velika ponudba vzhodnoevropske in sibske hlodovine iglavcev, kar omogoča koncentracijo neobičajno velikih količin hlodovine in gradnjo žagarskih obratov gigantskih zmogljivosti (200.000 do 300.000 m³ hlodovine letno). Prav te vrste žag so glavni kupci novih strojev velikih zmogljivosti in novih tehnoloških procesov razžagovanja velikih količin tanke hlodovine.

DELOVNA SILA — Delovna sila v zahodnih državah je deficitarna. Poleg tega je delovna sila takorekoč vsak dan dražja. Delavci imajo velike socialne in politične pravice, zato so za lastnike velika obremenitev. Vse to je razlog, da so tudi v žagarski industriji zaželeni avtomatizirani tehnološki procesi, v katerih obratujejo elektronsko vodeni stroji visokih kapacitet. Take proizvodne linije poslužuje izredno malo delavcev z višjim tehničkim znanjem, ki jih je v teh deželah dovolj.

ČENA LESNIH OSTANKOV — Cene lesnih ostankov so ustrezne, tako za lubje, kot za žagovino, posebno pa to velja za celulozne sekance, ki so zelo iskani in realno plačani.

CENA ELEKTRIČNE ENERGIJE — Cena električne energije je precejšnja postavka v proizvodni ceni lesa, zato je zaželeno znižanje porabe električne energije na enoto proizvoda.

Vsi omenjeni faktorji pa vplivajo tudi na proizvodno ceno žaganega lesa. Zato jih je potrebno upoštevati tudi pri določanju tehnološkega procesa za razžagavanje hlodovine. Izdelati je bilo torej potrebno takšnem tehnološki postopek in stroje, ki bodo omogočali:

- bistveno povečano zmogljivost opreme,
- racionalnejšo porabo delovne sile,
- znižano porabo električne energije,
- večje vrednostno izkoriščanje surovine,
- racionalnejšo izdelavo vseh onih lesnih ostankov,

ki imajo višjo ceno,

- napad kvalitetnejšega žaganega lesa,
- žagan les točnejših dimenzij in ravnejših površin.

Proizvajalci strojev so dolga leta iskali nove tehnološke postopke in stroje v zelo različnih smereh. Zahvaljujoč hitremu razvoju materialov za izdelovanje žagnih listov in razvoju elektronike, so izdelali nekatere stroje, ki so se zelo približali voskim zahtevam žagarske predelave lesa.

Tu je omeniti uporabo izboljšanih materialov za žagne liste in uporabo montažnih segmentov iz trdih legur, ki se montirajo namesto klasičnih zob na krožne žagne liste. Tak žagni listi omogočajo hitrejši pomik lesa skozi stroj in izboljšajo kvaliteto žagane površine lesa ter zmanjšujejo odstopanje debelin v deski. Prav tako je omeniti vsestransko uporabo elektronike v strojih in tehnološki opremi proizvodnih linij, ki je omogočila povečanje izkoristka hlodovine, povečanje kapacitete strojev in avtomatsko registracijo podatkov o proizvodnji. Elektroniko in računalnike so priredili za izmero hloda, za programiranje sheme žaganja izmerjenega hloda, za izbor najracionalnejše variante žaganja, za nastavitve žagnih listov, za vodenje strojev in transportnih naprav proizvodnih linij, za izmero žaganega lesa in za registriranje vhodnih in izhodnih podatkov izmerjenih hlodov in žaganega lesa.

Proizvajalci žagarskih strojev, ki so skoraj vsi izdelovali polnojarmenike, so pri iskanju moderne tehnologije žaganja prili do zaključka, da ponojarmenik ni stroj bodočnosti. Do te ugotovitve niso prišli vsi hkrati. Toda za leti so prav vsi začeli izdelovati poleg polnojarmenikov še druge osnovne žagarske stroje. V industriji žagarskih strojev je prišlo do tako hitrega razvoja strojev in transportnih naprav, da mu strokovna literatura ni mogla sproti slediti.

Nekateri proizvajalci tračnih žag so mislili, da bosta polnojarmenik nadomestila klasična tračna žaga hlodovka in cepilka. Lotili so se modernizacije in mehanizacije obeh strojev, dosegli vidne uspehe, vendar z omejenimi možnostmi. Dva renomirana največja proizvajalca klasičnih tračnih žag sta propadla zaradi vlaganja prevelikih sredstev v modernizacijo svojih neperspektivnih strojev.

Drugi proizvajalci strojev so iskali novo pot predelave hlodovine v tehniki iverjenja krajnikov. Pri pretočni metodi predelave hlodovine, pri velikih hitrostih pomika hloda skozi stroj iverilnik se periferni deli hloda (krajniki) spremene v celulozne sekance in ko se proces ponovi, nastane pri ponovnem prehodu skozi stroj izdelek v obliki kvadratičnega preseka, imenovan greda. Ta metoda iverjenja je ustrezna samo za hlodovino tanjših debelinskih razredov, iz katerih ni mogoče izdelati stranskih desk. Pri vseh debelejših hlodih napadejo sekanci tudi iz lesa, iz katerega bi pri klasični metodi predelave hlodovine napadle stranske deske.

Pomanjkljivost navadne linije za iverjenje perifernih delov hloda so skušali odstraniti s proizvodno linijo profilnih iverilnikov. Taka proizvodna linija ima dva agregata, sestavljena iz iverilnika in krožne žage. Deluje po principu, da v prvem prehodu hloda skozi agregat na obeh straneh izseka profil stranske deske, nakar obe s krožno žago tudi odžaga. Pri prehodu skozi drugi agregat se opisani del iverjenja in žaganja ponovi. Slaba stran te tehnologije je, da lahko racionalno predeluje le tanjše

hlode od \varnothing 30 cm na tanjem koncu hloda in da morajo biti hlodi sortirani na čimmanjše debelinske razrede. Sicer je izkoristek nizek. Proizvodna linija profilnih iverilnikov se uporablja za razžaganje velikih količin tanke hlobovine, debeline od 10-40 cm. Karakteristika te proizvodnje je, da razžaguje hlode 10 do 15 krat hitreje kot polnojarmenik in da osnovni stroj razseka periferne dele hlobovine (krajnike in del žamanja) direktno v celulozne sekance. Ta pojav poenostavlja tehnološki proces v žagalnici, ker odpade manipulacija krajnikov in žamanja.

Poznamo več vrst kombinacij iverilnika z drugimi stroji. Tako je mogoče uporabiti sledeče agregate: iverilnik in polnojarmenik, iverilnik in krožno žago, iverilnik in tračno žago. Obnesel se ni agregat iverilnik in polnojarmenik, ker stroja nimata sinhroniziranih hitrosti žaganja. Uveljavila pa sta se agregata iverilnik in tračne žage in iverilnik in dvoosne krožne žage, kajti le omenjeni kombinaciji združujeta stroje, katerih hitrost obdelave hlobovine je mogoče sinhronizirati. Proizvodni liniji, ki imata v agregatu stroje s sinhronizirano hitrostjo žaganja, se odlikujeta po izredno visoki kapaciteti, saj lahko razžagujeta hlode, odvisno od vrste lesa in letnih ali zimskih razmer, s hitrostjo 30-40-60-80 m/min.

Ko govorimo o agregatu iverilnik in tračne ali krožne žage, moramo povedati, da to niso klasične tračne in krožne žage, ampak stroji modernizirani, rekonstruirani in prerejeni nalašč za velike hitrosti v pretočnih tehnoloških linijah.

Tračne žage predstavljajo premična stojala brez vpenjenih vozičkov. Za iverilnikom sta postavljeni dve stojali, ali štiri stojala tračnih žag, ki so vsa natančno premakljiva, saj se z nastavljanjem položaja stojal oziroma žagnih listov na stojalih, nastavlja debelina desk. Zahvaljujoč posebno visokim napetostim žagnih listov, se dosega tudi pri velikih hitrostih žaganja relativno miren in točen rez. Prednost agregata iverilnik in tračne žage je, da imajo tračne žage občutno tanjšo fugo od rezil ostalih strojev.

Agregat iverilnik in tračne žage je namenjen za predelavo drobne hlobovine premera \varnothing 10-40 cm na tanjšem kraju hloda. Prednost tega agregata je, da pri prehodu hloda skozi agregat, zaradi konstrukcije stroja in listta tračne žage, pri prehodu debelejšega hloda skozi stroj ni omejitve v višino.

Krožne žage so se v zadnjih letih razvile in modernizirale na drug način. Zahvaljujoč napredku v materialu, iz katerega se izdelujejo krožni žagani listi, je bilo mogoče povečati hitrost žaganja s krožnimi žagami na 30, 40, 60 m/min. Pri tem pa so z novim konceptom vpenjanja krožnih žagnih listov na dve paralelni osi dosegli, da po dva po premeru manjša žagna lista, žagata les istočasno z dveh strani tako, da se delno dve fugi prekrivata. Zato so lahko krožni žagni listi za polovico manjšega premera, kar zmanjšuje vibracijo teh listov.

Ker so žagni listi opremljeni z zobci iz trdih metalov, se doseže dolgotrajna uporaba žagnih listov in izredno raven rez. Deske žagane na dvoosnih krožnih žagah imajo najtočnejšo debelino in najbolj gladko obžagano površino ter so na tujem tržišču zelo iskane.

Nova konstrukcija dvoosnih krožnih žag in nove iznajdbe pri izdelavi materialov za krožne žage ter uvajanje elektronike za vodenje in nastavljanje teleskopskih osi, dajo slutiti, da se bodo krožne žage masovno uveljavile

v žagarski industriji kot osnovni stroj za razžaganje drobne hlobovine in kot sekundarni stroj za razžaganje prizem.

Omenjene novosti žagarske tehnologije se masovno uvajajo v zahodnoevropsko žagarsko industrijo. Zato leta hitro spreminja svojo fizionomijo.

Skušajmo zakazati, kakšne spremembe se v bližnji prihodnosti pričakujejo v zahodnoevropski žagarski industriji.

Prav gotovo je, da se bo nadaljevalo zniževanje premera hlobovine, kar bo direktno vplivalo na hitrejšo zamenjavo osnovnih strojev. Polnojarmenik ne bo več ustrežal, zamenjali ga bodo osnovni stroji, ki bodo razžagovali hlobovino 10 krat hitreje.

Da bi to dosegli, bodo še naprej razvijali specialne materiale za žagne liste in žagne liste specialnih vrst in oblik ter nove vrste in oblike žagnih zob.

Stroji in tehnološki procesi na žagi bodo opremljeni s še večjo stopnjo elektronike. Računalniška tehnika, uporabljena za krmiljenje strojev in transporterjev bo omogočala večjo izrabo kapacitet strojev in žagalnice. Računalniška tehnika, uporabljena za izmero hloda in njegovo programirano razžaganje bo omogočila povečanje izkoristka hloda, predvsem vrednostnega izkoristka. Ne samo v žagalnici, tudi na ostalih objektih žage čanje izkoristka hloda, predvsem vrednostnega izkoristka. Ne samo v žagalnici, tudi na ostalih objektih žage (hlodišče, sortirnica, skladišče žaganega lesa, pisarna), se bo nadalje vpeljevalo računalniško vodenje proizvodnje.

Investicijska oprema žagarskih obratov se bo podražila. Gradili se bodo vedno večji žagarski obrati za proizvodnjo žaganega lesa za tržišče. Manjši žagarski obrati bodo še naprej propadali. Vendar se bodo posodobile tudi žage srednjih kapacitet, če bodo specializirane za posebna naročila ali če bodo razžagovala hlode za lastno nadaljnjo predelavo.

Stroški proizvodnje žaganega lesa se bodo na enoto izdelka znižali.

Razmere v slovenskem žagarstvu

Ko opisujemo stanje žagarske industrije pri nas, ne smemo mimo omenbe naših gospodarskih razmer, ki vplivajo na pogoje delovanja in razvoja industrije primarne predelave lesa. Če te gospodarske razmere primerjamo z že opisanimi v deželah dobaviteljicah opreme, moramo ugotoviti, da so povsem drugačne.

SUROVINA — Surovina, ki jo predelujejo naše žage, je karakteristično balkanska. To pomeni, da prihaja pretežno iz starejših gozdnih sestojev, je debelejša, z večjim padcem premera in slabše kvalitete. Čeprav je tudi pri nas zaznavna tendenca padanja premera, pa je diapazon debelin še vedno zelo velik in premer srednjega hloda še vedno relativno visok. Ocenjujemo, da imajo žagarski hlodi iglavcev minimalno debelino 18 cm, srednjo debelino 24 cm in maksimalno debelino 80 cm. V 1 m³ lesa je pri minimalnem premeru 39 tm hlobov, pri srednjem premeru 22 tm hlobov, pri maksimalnem premeru 2 tm hlobov. Žagarska hlobovina prihaja iz prebiralnih sečenj, ima večji padec premera in slabšo kvaliteto lesa.

CENA HLOBOVINE — Cena hlobovine je povpreč-

na in za vse debeline, dolžina in kvaliteta enaka. Cena je torej dogovorjena za enoto mere, brez obzira na vrsto različnih faktorjev, ki odločajo o kvantitetnem, kvalitetnem in vrednostnem izkoristku surovine.

KONCENTRACIJA SUROVINE — Možnost koncentracije surovine je teoretično izdelana, saj bi bila mogoča optimalna distribucija in predelava hlodovine v okviru zakonjenih meja gozdno gospodarskih območij. Ta prednost ni bila v praksi nikdar izkoriščena. Na proces maksimalne koncentracije hlodovine, v praksi ne delujejo ekonomski, ampak drugi neobjektivni faktorji, ki procese koncentracije zadržujejo. To so preštevilni žagarski obrati na teritoriju posameznih območij in njih vplivni zaščitniki.

DELOVNA SILA — Delovna sila je pri nas suficijarna. V žagarski industriji imamo zaposlenih veliko delavcev brez ustrezne kvalifikacije. Kljub poplavi nezaposlene usmerjeno izobražene mladine je tehnički nivo vodilnih struktur v žagarski proizvodnji nizek. Naš delavec je v primerjavi z zahodnoevropskim cenem, slabo plačan in manj zainteresiran za dobro delo.

CENA LESNIH OSTANKOV — Cena lesnih ostankov ni ustrezna. Kljub temu, da so sekanci iskani, njih cena ni realna. Prodaja žagovine in lubja je zaradi omejene porabe vprašljiva. Lesni odpadki napadajo, zaradi majhnih koncentracij hlodovine, v premajhnih količinah za gospodarno predelavo.

CENA ELEKTRIČNE ENERGIJE — Cena električne energije je visoka in se bo v perspektivi še povečala.

Ugotovili smo, da obstojajo velike razlike med tuji in našimi činitelji, ki vplivajo na vrsto, konstrukcijo in kapaciteto žagarskih strojev. Zato so tuji stroji izdelani na osnovi drugačnih potreb, kot so naše. Torej se vsiljuje vprašanje, kako uspešno lahko v naših razmerah uporabimo sodobno tujo opremo, ki smo jo prisiljeni kupovati.

Naj opišemo še druge naše razmere, ki vplivajo na razvoj naše žagarske industrije.

Naša žagarska industrija je in ostaja razdrobljena. Na večini surovinskih območij se razvija, tekmuje in konkurira več žag. Pri vsaki občasni akciji, da bi dosegli združitev žagarske proizvodnje na enotnem surovinskem področju, nastopajo nepremagljive ovire, ker lokalni vplivi, strokovne akcije za koncentracijo žagarske proizvodnje permanentno dušijo.

V letu 1986 je novi obrtni zakon dokončno pokopal 40-letne napore strokovnjakov in politikov, da bi omejili delovanje veneciank in manjših privatnih žag. Zato lahko računamo na porast števila obrtnih žag na račun hlodovine, ki jo predelujejo industrijske žage.

V Sloveniji obstoja veliko neskladije med trajnimi možnostmi, ki jih nudi domača surovinska baza (letno cca 1.700.000 m³ hlodovine iglavcev in listavcev) ter številnimi industrijskimi žagarskimi obrasti, obrtniški in žagarskimi obrati in provizornimi kmečkimi žagami.

Vprašljivo je, če obstoja kataster žagarskih obratov in če je poznano njih dejansko število.

Domača strojna industrija ni v stanju ponuditi osnovnih strojev za žagarsko proizvodnjo, kar je velika škoda ob dejstvu, da bo tuja oprema za naše razmere, vse manj ustrezna.

Naša žagarska industrija nima avtoritativnega foruma, ki bi skrbel za njeno razvojno pot.

Naše posamezne žagarske obrate vodijo večkrat lju-

dje, ki se morajo ustrezno našim predpisom stalno menjavati, zato je vprašljivo, če imajo pregled nad razvojnimi smernicami moderne žagarske proizvodnje in če lahko vodijo dolgoročno politiko svojega obrata. Razmere jih silijo, da trošijo svojo energijo za reševanje vsakdanjih težav in da ne razmišljajo o delitvi surovine v surovinskem območju, specializaciji proizvodnje, gospodarskem sodelovanju žag v surovinskem področju, regiji, republiki.

Prav zato ni slučaj, da imamo kljub prevelikemu številu žagarskih obratov in kljub predimenzionirani zmogljivosti žag, pomanjkanje obratov za služnostni razrez in izdelavo posebnih naročil.

Dosedaj izrečena ocena o novih razmerah v žagarski industriji je kritično naštevala samo negativne razmere. Vendar je potreba oceno dopolniti tudi s priznanji, da so nekatere večje lesnoindustrijske delovne organizacije dosegle v žagarski proizvodnji zavirljiv napredek v modernizaciji opreme, pri organizaciji tehnološkega povezovanja z dobavitelji surovine in s porabniki žaganega lesa. Ta razvojni napredek lahko delimo na tri vsebinsko različna dogajanja, ki so bistveno pripomogla k pozitivni razvojni usmeritvi žagarstva.

1. Nekateri večji žagarski obrati so z uvedbo parcialnih sodobnih rešitev oplemenitili obstoječi tehnološki proces v žagalnicah. Zamenjani so bili nekateri tehnološko zastareli sekundarni stroji z novejšimi, kapacitetnejšimi avtomatskimi stroji, opremljenimi z elektronsko opremo za boljše izkoriščanje (avtomatski robilniki). Vpeljana je bila sodobna mehanizacija, ki omogoča racionalnejšo manipulacijo žaganega lesa in elektronsko izmero desk (sortirnice in paketirnice žaganega lesa). Vendar so bile te spremembe opravljene na pobudo dobaviteljev opreme in ne spreminjajo obstoječega koncepta žag.

2. Na pobudo gozdarjev so se ob nekaterih žagah zgradila mehanizirana skladišča oblovine iglavcev za dodelavo gozdnih sortimentov. Ta skladišča so izpolnila vsa pričakovanja gozdarjev za cenejšo dodelavo oblovine; žagam, pri katerih so skladišča postavljena, pa so predvsem zagotovila trajnejšo dobavo hlodovine.

3. Večji lesnoindustrijski obrati, ki imajo žage, na katerih napadejo večje količine lesa, so začeli graditi centralne prirezovalnice, ki predelujejo žagan les v elemente za pohištveno industrijo.

Kljub opisanim pozitivnim premikom pa v žagarski industriji ni prišlo do bistvenih, smelih, kvantitetnih in kvalitetnih sprememb, ki bi omogočile žagarski industriji kompleksno rekonstrukcijo z moderno opremo, kar naj bi odprlo nove perspektive, da bi dohitevali dinamičen razvoj žagarske industrije na zahodu.

Ko govorimo o bistvenih smelih spremembah, mislim na projekte, ki bi na osnovi dodatne koncentracije hlodovine, opustili obstoječo tehnologijo žag ter uvedli sodobnejšo, ki omogoča veliko boljše rezultate proizvodnje od današnjih. Z moderno tehnologijo je mogoče pri letni količini 100.000 m³ hlodovine, žagati surovino 10 krat hitreje kot s polnojarmenikom, pri 50% manjši porabi električne energije in pri 4-8% večjem izkoristku surovine, z normativom delovne sile, ki znaša 50 min/m³ predelane hlodovine.

Mehanizirana tesna skladišča so sprožila zanimiv proces poslovnega povezovanja gozdarjev in lesarjev, ki se je začel s sovlaganjem v izgradnjo teh skladišč in

kaže, da se bo nadaljeval z dogovori za sovlaganje v rekonstrukcije žag in prirezovalnic. Pri iskanju tehnološke oblike namenske predelave hlodovine v žagan les in elemente za domačo finalno industrijo, se je izkristalizirala ekonomska proizvodna celota, ki postaja interesantna tudi za one gozdarje, ki želijo domačo hlodovino predelati v območni lesni industriji in pri tem sodelovati pri investiranju in participirati na dohodku.

Mehanizirana lesna skladišča

Mehanizirana lesna skladišča, ki so se v Sloveniji porajala zadnjih 14 let, so dejansko pozitivno vplivala na razvoj žagarske industrije na splošno, oziroma na razvoj nekaterih žag, ob katerih so se gradila.

Resnici na ljubo je potrebno povedati, da je centralna mehanizirana lesna skladišča vpeljalo gozdarstvo in da pri tej modernizaciji lesna industrija ni imela niti pobude niti zasluge, čeprav je res, da je lesna industrija v mehanizirana lesna skladišča soinvestirala.

Gozdarji so svojo proizvodnjo posodabljali zadnjih 20 let postopno in uspešno. Začeli so z motornimi žagami, traktorji za spravilo lesa, žičnicami, ustrežnejšimi kamioni za prevoz hlodovine in nazadnje so modernizirali tudi izdelavo gozdnih sortimentov. To so prenesli iz gozda na takoimenovana centralna skladišča. Iz gozda pripeljelo okleščeno oblovino različnih dolžin, ki jo na mehanizirani liniji za manipulacijo oblovine olupijo, skrojijo, izmerijo in registrirajo ter sortirajo sortimente. Tako so se znebili težkega, nevarnega in dragega dela v gozdu in opravili isto delo strojno, ne da bi delavec prijel orode ali les v svoje roke.

Pri določanju lokacije centralnih mehaniziranih skladišč, na katerih napade poleg ostalih sortimentov največji delež žagarske hlodovine, so imeli gozdarji privilegiran položaj, saj so odločali o višini koncentracije oblovine in o lokaciji centralnega skladišča. S tem pa so se dejansko postavljale osnove za perspektivni razvoj žagarske industrije in celo za perspektivni razvoj predelave lesne surovine v polizdelke.

Postavitev mreže slovenskih mehaniziranih lesnih skladišč je bil enkratni zgodovinski ziv za slovensko lesno industrijo, na katerega pa ta ni strokovno organizirano odgovorila. Tako je bilo prepuščeno posameznim gozdnim gospodarstvom in posameznim večjim žagam, da so same barantale za lokacijo posameznih skladišč oblovine. Zato je zamujena edinstvena priložnost, da bi bili bodoči perspektivni centri lesne predelave lesa v Sloveniji strokovno planirani, kar bi imelo za nadaljnji dolgoročni razvoj lesne industrije neprecenljivo trajno vrednost.

Gozdarjem je bilo pri določanju lokacij mehaniziranih skladišč oblovine največkrat prepuščeno, da so ukrepali po svojem strokovnem prepričanju. Posamezna gozdna gospodarstva so v nekaterih primerih zastopala idejo o popolni koncentraciji oblovine v gozdnogospodarskem območju. Vendar jih lesna industrija v območju ni podprla, ker ni bila v stanju razumeti perspektivne potrebe po čimvečji koncentraciji in je zastopala kratkovidne interese svojih številnih žag.

V takih primerih so gozdarji popustili, postavili so manjša mehanizirana skladišča oblovine in pri vsakem se je kasneje rekonstruirala žaga. Toda že po 14 letih,

ko je potrebno ta mehanizirana skladišča in žage modernizirati s sodobno tehnologijo, ki je prirejena za večje količine surovine, se potrjuje, da je bila provotna odločitev nepravilna.

V Sloveniji je bilo v letu 1986 20 mehaniziranih linij za manipulacijo oblovine iglavcev, večji del jih obratuje v sklopu tako imenovanih centralnih mehaniziranih skladišč, ki jih upravljajo gozdarji; manjši del pa deluje v okviru lesnoindustrijskih obratov oziroma tovarn celuloze.

Prva mehanizirana skladišča oblovine so se gradila leta 1974 in se v letu 1987 že rekonstruirajo.

Nekatera gozdna gospodarstva nameravajo še graditi nekaj mehaniziranih lesnih skladišč za oblovino iglavcev. Eno gozdno gospodarstvo namerava graditi centralno skladišče, druga gozdna gospodarstva pa manjša skladišča ob manjših žagah. Ta manjša mehanizirana skladišča oblovine iglavcev so strokovno gledano neutemeljena in bodo konkurenca obstoječim.

Razvojne možnosti naše žagarske industrije

Dosedanja razmišljanja v tem referatu so nakazala objektivne in subjektivne faktorje, ki so vplivali na pretekli razvoj slovenske žagarske industrije. Ugotovljeno je bilo, da je bil razvoj ponekod premalo usmerjen, ponekod pa sploh ni bil usmerjan. Našteti so tudi novi faktorji, ki bodo še intenzivneje vplivali na prihodnji razvoj naše žagarske industrije. Če tudi v bodoče razvoj našega žagarstva ne bo kontroliran in voden, lahko pričakujemo približno sledeče razvone odklone.

1. Poraslo bo število manjših privatnih žag, kar na prvi pogled nima izrazito negativnega obeležja, saj bodo te žage zapolnile vrzel pomanjkanja možnosti uslužnega žaganja za kmečko domačo porabo in delno žaganje po posebnem naročilu. Vendar bo prišlo na tržišču, zaradi vmešavanja privatnega nakupa hlodov in prodaje žaganega lesa, do motenj. Privatne žage bodo gospodarile z lesom pod drugačnimi gospodarskimi pogoji kot družbeni proizvajalci, zato bo prišlo do povečanja števila privatnih žag in še večje porabe hlodovine na teh žagah. Če omenimo še poznano dejstvo, da te žage nimajo možnosti predelovati hlodovine racionalno, lahko ugotovimo, da bo prišlo do negativnega odklona na tržišču hlodovine in pri izkoriščavanju lesa.

2. Še v naprej je pričakovati povečevanje nominalnih kapacitet žagarske proizvodnje. Pri zamenjavi dotrajanih strojev bo prišlo do postavljanja novih kapacitetnejših osnovnih strojev, ki bodo teoretično povečevali zmogljivost obstoječih rekonstruiranih žag. Vendar ta pojav ni toliko zaskrbljujoč, kot bi bil zaskrbljujoč pojav novih industrijskih žagarskih obratov.

3. Pričakovati je povečevanje nesklada med razpoložljivo surovino, ki jo nudi domača surovinska baza in potrebami po žaganem lesu za industrijske namene. To nesklade se bo povečevalo zaradi dveh razlogov. Iz že omenjenega povečanja nominalnih kapacitet obstoječih rekonstruiranih žag in zaradi evropske ekološke katastrofe, ki grozi z masovnim uničenjem slovenskih gozdov, o katerem pa nimamo prave slike obsega. Verjetno je pričakovati kratkoročno povečanje sanitarnih sečenj na račun gospodarskih sečenj, nato pa dolgoročno trajno zmanjšanje etata.

4. Že v bližnji prihodnosti je pričakovati hitro znižavanje premerov žagarske hlodovine iz več razlogov. Debelinska struktura slovenskih gozdov se bo zaradi normalne gospodarsko vodene sečnje hitreje spreminjala, kot se je v zadnjem desetletju. Nova tehnologija predelave žagarske hlodovine kaže, da je potrebno tanko hlodovino (\varnothing 10-20 cm na tanjšem koncu hloda) priključiti k normalni žagarski hlodovini in jo razžagovati skupaj na isti proizvodni liniji. To bo preko noči bistveno vplivalo na padec srednjega premera tako združene žagarske hlodovine.

Analiza obolelih gozdov kaže, da odmirajo najprej starejša drevesa. Zato je pričakovati, da bodo sanitarne sečnje v bližnji bodočnosti opravile najprej z obolelim debelejšim drevjem, dasneje bo prišlo na vrsto tanjše drevje, kar bo verjetno že v naslednjem desetletju bistveno trajno znižalo srednji premer slovenske žagarske hlodovine.

5. Pri hitrem zmanjševanju premera žagarske hlodovine bo prišlo do nagle spremembe pogojev izkoriščanja hlodovine. Neravnovesje med stalno povečano „povprečno ceno hlodovine“ in zniževanim izkoristkom hlodovine bo naraščalo. Žagarska proizvodnja bo v bodočnosti pod novimi ekonomskimi pritiski, ki jih ne bo mogoče kontrolirati, če višina cene hlodovine ne bo ustrezna in specificirana po kvaliteti, debelini in dolžini.

6. Hlodovina iz sanitarnih sečenj bo verjetno slabše kvalitete, zato je pričakovati, da bo temu ustrezno izkoristek hlodovine nižji, kvaliteta žaganega lesa pa slabša.

7. Pričakovati je, da se bo zaradi nenadnega zmanjšanja premerov žagarske hlodovine, znašla slovenska polnojarneška tehnologija nenadoma pred dejstvom, da ni več kos ekonomiki predelave žagarske hlodovine spremenjenih dimenzij.

8. Vse večje žage pri nas so v sklopu večjih lesnoindustrijskih obratov. Te žage, ki predstavljajo večino slovenske žagarske proizvodnje, se bodo vse bolj zapirale v okviru potreb svojih delovnih organizacij in bodo proizvajale le za potrebe svoje finalne predelave. Zato se bo še naprej zmanjševalo število žag, ki bodo izdelovale žagan les za široko tržišče. Ta ugotovitev velja za žagan les listavcev in iglavcev.

Očitno je, da bi nas nekontroliran in neusmerjen razvoj žagarske industrije pripeljal do povečanih obstoječih neskladij in do novih problemov. Zato je upravičeno vprašanje, kaj bi lahko izboljšali, če bi perspektivni razvoj usmjerjali.

Poglobljeno razmišljanje nas pripelje do zaključka, da ni mogoče veliko narediti na hitro in brez perspektivnega načrta, ki bi imel realen končni cilj.

Prvi pogoj za uspešen in konstruktiven razvoj žagarske panoge je potreba po povečani koncentraciji iglavcev in listavcev na mehaniziranih skladiščih oblovine. Ker večina do sedaj zgrajenih mehaniziranih lesnih skladišč ni povsem izkoristila možnosti optimalne koncentracije hlodovine, bi morala nekatera obstoječa večja skladišča, že pri prvi rekonstrukciji, povečati koncentracijo oblovine in zmogljivost.

Drugi pogoj za uspešen in konstruktiven razvoj žagarske panoge je potreba po povečani predelavi žagarske hlodovine iglavcev in listavcev na žagah ob povečanih mehaniziranih skladiščih. To pomeni, da bi morala vodilna lesnoindustrijska organizacija v industrijskem bazenu, ob prvi rekonstrukciji svoje žage ob mehaniziranjem skla-

dišču oblovine, urediti žago tako, da bi lahko predelala povečano količino žagarske hlodovine, seveda na račun drugih svojih žag, pa tudi drugih tujih neperspektivnih žag v industrijskem bazenu. Zato bi morali v lesnoindustrijskih bazenih določiti oziroma potrditi že obstoječe nosilce žagarske proizvodnje, ki bi jim v dogovoru z gozdarji in ostalimi porabniki hlodovine dali prednost pri predelavi hlodovine.

Tretji pogoj za uspešen in konstruktiven razvoj žagarske panoge je vodenje pravilne lesnoindustrijske politike v posameznih industrijskih bazenih, kar bi omogočalo spoštovanje nosilca žagarske proizvodnje na eni strani in spoštovanje potreb ostalih porabnikov žaganega lesa na drugi strani. Le tako bi dosegli trajno alimentacijo vseh zainteresiranih gospodarsko uspešnih porabnikov lesa v lesnoindustrijskem bazenu in preprečili porajanje novih lesnoindustrijskih porabnikov lesa v bazenu.

Izpolnitev naštetih treh osnovnih pogojev ne pomeni nič drugega kot predlog za umno gospodarjenje s hlodovino in žaganim lesom v gravitacijskem območju enega gozdnega gospodarstva oziroma v lesnoindustrijskem bazenu, ki se z vso ali z delom te hlodovine alimentira. Torej ni predlagano nič novega in nič bogokletnega in nič takega, kar se ne bi dalo v nekem daljšem obdobju z določeno mero vztrajnosti tudi doseči.

Prav gotovo bo prišlo do pripombe, da bi moral v ta namen imeti vsak lesnoindustrijski bazen svoj avtoritativni gospodarsko politični organ; ki bi delil pravico in krivico posameznim žagam. Današnji čas takim pripombam ni naklonjen, saj je res, da se da z umnim dogovarjanjem marsikaj urediti. Pravzaprav bi bil potreben samo strokovno utemeljen dogovor med gozdarji in lesnoindustriji; nato pa skupna akcija pri formiranju močnih predelovalnih obratov primarne predelave lesa, ki bi gopodarili z lesom v lesnoindustrijskem bazenu, upoštevajoč tudi vse druge večje porabnike žaganega lesa.

Kompleks primarne predelave lesa

Pojem „kompleks primarne predelave lesa“ združuje pojem predelave lesa, ki se odvija na več objektih primarne predelave lesa:

- mehaniziranjem lesnom skladišču oblovine, namenjenemu dodelavi gozdnih sortimentov,
- zagalnici za razžagovanje žagarskih lodov v žagan les,
- zračnem skladišču žaganega lesa,
- sušilnici žaganega lesa,
- mehanizirani paketirni žaganega lesa,
- pokriti lopi za žagan les,
- prirezovalnici žaganega lesa in lepilnici lamel,
- skladišču izdelanih elementov,
- infrastrukturnih objektih.

Namen kompleksa primarne predelave lesa je racionalno gospodarjenje z oblovinno, žagarsko hlodovino, žaganim lesom in lesnimi ostanki. Zato je predvideno, da bo na kompleksu primarne predelave lesa mogoče že oblovinno namensko krojiti v žagarske hlode, hlode namensko žagati v žagan les, žagan les namensko krojiti v masivne elemente zahtevanih dimenzij za poznanega porabnika. Ocenjuje se, da bo celotna proizvodnja na kompleksu primarne predelave lesa lahko programirana

tako, da bo optimalno nacionalna, integralna in ekonomična. Kompleks primarne predelave lesa bo zaključena tehnološka in ekonomska celota, ki jo bo mogoče voditi s pomočjo računalniške tehnike skozi vse faze proizvodnje v vseh obratih kompleksa, tako da bo omogočeno kontrolirano gospodarjenje z lesom od trenutka, ko bo oblovina pripeljana na industrijski prostor, pa do izdelave in odpreme elementov in uporabe lesnih ostankov. Kompleksi primarne predelave lesa so v bistvu obrati za predelavo primarne surovine, zato so pod vplivom zakonitosti primarne proizvodnje in morajo predelovati čimvečje količine surovine. Zato se bodo lahko razvili samo ob mehaniziranih skladiščih, ki bodo manipulirala velike količine hlodovine.

Za izgradnjo kompleksa primarne predelave lesa bodo potrebna velika investicijska sredstva, ki jih bo potrebno združevati od zainteresiranih investitorjev, to je od dobaviteljev surovine in porabnikov izdelka. Posebno zainteresirani naj bi bili gozdarji, katerih interes za gradnjo mehaniziranih lesnih skladišč naj bi se razširil na željo po soinvestiranju ostalih objektov kompleksa, da bi participirali na dohodku, nastalem pri predelavi njihovega lesa. To bo rodilo močne gospodarske interesne skupnosti gozdarjev in lesarjev, ki bi lahko imele daljnosežev vpliv na razvoj primarne in finalne lesne industrije Slovenije.

Kompleks primarne predelave lesa bo tudi dosti velika zaključena ekonomska enota, ki bo imela, ko bo zaživela, tudi dovolj sredstev za nadaljnji razvoj in za investiranje.

Če se ozremo v posamezne tehnološke enote kompleksa primarne predelave lesa in skušamo ugotoviti, kaj se bo na njih dogajalo, lahko omenimo sledeče.

Mehanizirana skladišča oblovine iglavcev

Pri mehaniziranih skladiščih oblovine iglavcev bi naj prišlo do povečane koncentracije oblovine. Tako bi bilo umno, da bi se tam, kjer je več manjših, povečalo eno na račun drugih. Ta želja je obremenjena z različnimi subjektivnimi faktorji, ki bodo še nadalje neupravičeno preprečevali pravilnejši razvoj koncentracije oblovine. Med zaviralne dejavnike štejemo:

- da je na terenu, kjer bi moralo biti eno, že več manjših mehaniziranih lesnih skladišč,

- da razdrobljena lesna industrija podpira delitev surovine na več žag,

- da občinske politične gospodarske strukture s svojim vplivom preprečujejo koncentracijo surovine tam, kjer se gozdovi razprostirajo v dveh ali več občinah,

- da so nekatera gozdna gospodarska območja premajhna za koncentracije, ki jih zahtevata tehnologija in ekonomska predelava,

- da obstoja tudi objektivni zaviralni faktor, ker zaradi visokih stroškov prevoza pri nas, koncentracija, ki zahteva daljše dodatne prevoze, ni ekonomična.

Vsekakor pa bi morala gozdna gospodarstva, ki imajo za to možnost, dolgoročno strmeti za večjo koncentracijo oblovine na enem mestu. Vedno znova bi morali s široko organiziranimi akcijami ponovno obujati potrebo po dodatni koncentraciji oblovine, posebno ob rekonstrukcijah obstoječih mehaniziranih linij na skladiščih oblovine.

Praksa je pokazala, da se potreba po rekonstrukciji mehaniziranih lesnih skladišč pojavlja po 10-15 letih. Oprema postane dotrajana in njeno vzdrževanje predragi. Pojavi pa se tudi ekonomska potreba po racionalizaciji delovnega procesa in znižanju normtiva delovne sile. V samem tehnološkem procesu se ne menja dosti. Potrebno je povišati zmogljivost krojilne – čelilne opreme in razširiti obseg in uporabnost elektronike. Tako se zmogljivost mehanizirane linije lahko poveča pri raznih skladiščih za 50-100% in temu ustrezno znižajo stroški proizvodnje.

Mehanizirana skladišča oblovine listavcev

Iz istih razlogov, kot se gradijo mehanizirana lesna skladišča iglavcev, nastaja potreba po mehaniziranih lesnih skladiščih listavcev kljub temu, da listavcev ni potrebno lupiti. Razume se, da govorimo o centralnih skladiščih, na katerih bi zbrali večje količine oblovine listavcev.

Potrebno je povedati, da mehaniziranih skladišč oblovine listavcev zaenkrat niti v svetu, niti pri nas ni mogoče najti. Poznana pa so mehanizirana skladišča za žagarsko hlodovino pri žagah.

Zaradi narave bukove in hrastove oblovine, ki zahteva nekoliko drugačne tehnološke in tehnične prijeme in predvsem zaradi tega, ker so posamezni kosi po obliki zelo nepravilni, si še ne predstavljamo, kako bi vso oblovino listavcev, tanko, krivo, dolgo, kratko in debelo, racionalno manipulirali. Predvsem ne poznamo prave tehnološke opreme za to delo.

Toda v najbližji prihodnosti bodo mehanizirana lesna skladišča za listavce nastala. O njih intenzivno razmišljajo na Dolenjskem, Kočevskem, Hrvaškem, v Bosni. Kajti pri manipulaciji oblovine listavcev ne gre samo za racionalnejšo dodelavo gozdnih sortimentov, ampak tudi za večje izkoriščanje lesa, za izdelavo kvalitetnejših sortimentov oziroma za povečanje vrednostnega izkoriščanja oblovine. To vse pa pomeni pri manipulaciji drobne oblovine več sortimentov za mehansko predelavo lesa.

Nobenega dvoma ni, da spadajo tudi centralna lesna skladišča oblovine listavcev v kompleks primarne predelave lesa in gotovo bodo prinašala gospodarjenju v kompleksu primarne predelave lesa večje gospodarske rezultate kot iglavci.

Od mehaniziranih skladišč oblovine listavcev lahko pričakujemo:

- povečanje koncentracije oblovine listavcev,
- racionalnejšo dodelavo sortimentov listavcev glede na porabo delovnega časa,

- spremembo strukture gozdnih sortimentov listavcev in napad večje količine tanke hlodovine za primarno predelavo lesa, iz dela manj vredne surovine, ki gre danes v jamski les, celulozo in morda celo drva,

- povečanje vrednostnega izkoriščanja zaradi boljše kontrolirane centralne dodelave gozdnih sortimentov.

Tanka oblovina

Problematika predelave slovenske tanke hlodovine iglavcev je karakterističen primer napake pri razvoju žagarske oziroma lesne industrije. Struktura gozdov

pred 30 leti je bila taka, da tanke hlodovine za žagarsko predelavo ni bilo, vsaj v takih količinah v posameznih gozdno gospodarskih območjih ne, da bi jo bilo mogoče racionalno predelovati. Temu ustrezen je bil odnos lesarjev do te surovine, ki ga niso spremenili niti z desetletji, ko so začeli slovenski gozdovi dajati večje količine tanke hlodovine. Gozdarji, ki dolga leta niso imeli porabnika za tanko hlođovino, so jo bili prisiljeni oddajati kot sortiment nižje vrednostne kategorije. Ker je v gozdovih napadlo vsako leto več tanke hlodovine iglavcev, se je njihov problem povečeval vse dokler ni eno od gozdnih gospodarstev postavilo obrat za predelavo tanke oblovine, nakar se je sprožil plaz in danes predeluje tanko hlođovino večina gozdnih gospodarstev. To delajo z različnimi vrstami strojev in omejenimi tehnološkimi in gospodarskimi efekti. Toda s svojo iznajdljivostjo so vendarle dobili odjemalca in tako ovrednotili nov sortiment višjega vrednostnega razreda. To, da odjemalec ni lesna industrija ne moti nikogar niti lesnoindustrijev ne, ki se delajo, kot da za žage pri gozdnih gospodarstvenih ne vedo. Vsiljuje se vprašanje, zakaj lesarji kljub pomanjkanju hlodovine, niso organizirano razmišljali o porajajočem se novem sortimentu, katerega predelava spada v lesnoindustrijske žagalnice.

S tehnološkega stališča pa je potrebno povedati, da se vprašanje predelave tanke hlodovine razpleta z modernizacijo žagarske opreme. Tanka hlodovina iglavcev in listavcev spada v sodobne žagalnice, opremljene z modernimi stroji za predelavo hlodovine iglavcev in listavcev debeline 10-40 cm, merjeno na tanjšem koncu hloda.

Če govorimo o perspektivnem razvoju žagarske industrije na slovenskem, moramo predvidevati, da bo premer hlodovine padal, da se bo povečal delež tanke hlodovine, ki jo polnojarmenik v naših žagalnicah ne bodo mogli ekonomično predelovati, zato bodo morale biti žage opremljene s stroji za predelavo tanke hlodovine.

Mešane žage iglavcev in listavcev ali specializirane žage za iglavce ali listavce

Da ne bo pomote, vedno je bilo in bo najlažje in najracionalneje razžagovati iglavce na specializiranih žagah za iglavce, listavce pa na specializiranih žagah za listavce. V ta namen se je še v naprej truditi za večanje koncentracije oblovine iglavcev in oblovine listavcev, kjer je to mogoče.

Toda naša gozdna gospodarstva gospodarijo z izrazito mešanimi gozdovi. V takih primerih ni mogoče zbrati na enem mestu tako velike količine hlodovine iglavcev ali listavcev, da bi zadostili potreban dveh specializiranih žag. So tudi primeri, da združena hlodovina iglavcev in listavcev komaj zadostuje za eno žago. V takih primerih bo potrebno modernizirati žago za mešano proizvodnjo iglavcev in listavcev in jo opremiti z ustrežno strojno in transportno opremo za mešano proizvodnjo.

Te žage, ki nedopuščajo optimalnega gospodarjenja pri predelavi hlodovine, bodo ostale kot davek na strukturo naših mešanih gozdov, na razdrobljenost primarne predelave lesa in na nesposobnost lesne industrije in gozdarstva Slovenije, da bi že davno, ali v prihodnje, s strokovno usmerjenim dogovorom sodelovali pri razporeditvi

surovine na perspektivne in kapacitetne obrate lesne industrije.

Tem mešanim žagarskim obratom bo sodobna tehnologija predelave omogočila časovno racionalno predelavo hlodovine v žagan les. Manj pa bodo te žage ustrezale za doseganje optimalnega kvantitetnega, kvalitetnega in vrednostnega izkoriščanja hlodovine listavcev.

Obeti za racionalno predelavo lesnih ostankov

Obeti za racionalno predelavo lesnih ostankov, ki smo jih omenjali pri projektiranju mehaniziranih skladišč oblovine iglavcev, se v največ primerih niso uresničili. Na skoraj vseh skladiščih oblovine je prišlo do pojave, da je napadno lubje predstavljalo nov strošek, saj ga je bilo potrebno vsakodnevno odvažati. Lubje v glavnem ni bilo mogoče uporabljati zato, ker v bližini ni bilo porabnika.

Sice so lubje uporabljali tam, kjer je že stala kotlovnica, prirejena za kurjenje z lubjem. Nekaj je bilo primerov, da so po dolgih letih obstoja skladišč rekonstruirali kotlovnice tako, da so lahko uporabile lubje. Še vedno pa so mehanizirana skladišča iglavcev, ki morajo odvažati lubje v depoje, ki onesnažujejo okolje z odplakovanjem taninov v zemljo in z možnostjo samovžiga.

Končno je le obveljalo, da se lubje lahko uspešno uporabi le za kurjenje tam, kjer je zainteresiran večji porabnik toplote.

To velja tudi za žagovino, ki nastaja v majhnih količinah pri čeljenju in krojenju hlodovine.

Za očetke in ostanke oblovine pa se je celulozna industrija zainteresirala šele v zadnje čase.

Nove obete za zbiranje in uporabo lesnih ostankov pa nudijo bodoči kompleksi primarne predelave lesa, kjer se bodo zbirali lesni ostanki sledečih vrst:

- na meh. lesnem skladišču: lubje, žagovina, očetki
- na žagi: žagovina sekanci,
- v prezevalnici: žagovina, sekanci.

O gospodarnosti predelave lesnih ostankov, ki se bodo zbirali na kompleksih primarne predelave lesa, bi lahko govorili šele pri gigantskih koncentracijah oblovine, ki pa jih v slovenskih razmerah ni mogoče doseči. Zato predelave napadlih ostankov na kompleksih primarne predelave lesa ni mogoče pričakovati.

Vendar pa bo prišlo zaradi povečane koncentracije lesnih ostankov na kompleksih primarne predelave lesa do gospodarnije uporabe ostankov. Lažje bo prišlo do usmerjanja manj vrednih ostankov za potrebe toplotne energije, več vrednih za potrebe lesnih plošč in največ vrednih za potrebe celuloznih tovarn. Ker to danes v praksi ni slučaj, bo mogoče lesne ostanke prodajati dražje in gospodarnije.

Možnosti za lesne ostanke, ki jih v tem sestavku opisujemo danes, pa se lahko v prihodnje temeljito spremenijo. Takrat bo koncentracija lesnih ostankov na kompleksih primarne predelave lesa velika potencialna gospodarska prednost.

Prof. dr Rudolf Sabadi i
Dipl. ing. Hranislav Jakovac
Šumarski fakultet – Zagreb

STRATEGIJA PILANSKE PROIZVODNJE I PLASMANA NA DOMAĆEM I STRANOM TRŽIŠTU U UVJETIMA INFORMATIČKE REVOLUCIJE

Informatička revolucija i njezine implikacije

Ljudi najčešće poistovjećuju informatičku revoluciju sa računarima, koji preuzimaju mnoštvo informacija, obrađuju ih i putom u različitim modelima dalje šire saznanja, ubrzavaju proizvodne procese, usavršavaju ih, otvaraju nove puteve trgovine, itd.

Sve to stoji, samo je to međutim jedan dio svega što se događa kao plod informatičke revolucije. Stvaranjem računara, obilja podataka i njihove svrsishodne upotrebe, stvorile su se neviđene mogućnosti povećanja proizvodnosti, podjela rada dostigla je razinu, kakva se prije dvadesetak godina nije mogla zamisliti, što je stvorilo nove mogućnosti cirkulacije kapitala i rada prema mjestima najveće profitabilnosti. Rezultat je tog procesa sve bolje korištenje resursa, sve to je utjecalo na neviđen rast proizvodnosti i stalno poboljšanje korištenja činitelja proizvodnje, što ima za posljedicu da se troškovi proizvodnje neprekidno smanjuju.

Za sve obimniju cirkulaciju informacija stvara se nova infrastruktura koja ju omogućuje i bez koje dalji razvitak nije zamisliv. Kao što se polovicom prošlog stoljeća, nastupom industrijske revolucije, na svim mjestima investiralo u infrastrukturu bez koje razvitak industrije ne bi bio moguć, pa su se gradile željeznice, brodovi, luke, itd., tako danas držanje koraka s informatičkom revolucijom nije zamislivo bez mreža širokotračnih optičkih kablova, povezanih satelitima, bankama podataka, ukratko, svega što predstavlja suvremene informatičke luke, energetska postrojenja, brodove, autoputeve, aerodrome, itd., prilagođene potrebama nesmetane cirkulacije znanja, informacija, ugovaranja, isporučivanja, itd.

Način trgovanja u svim oblastima ljudskog stvaralaštva kojeg bi mogli nazvati klasičnim, umire veoma brzo. Pošto je dizajniran npr. nekakav automobil, računar će, koristeći podatke iz banke podataka, u trenu specificirati sve dijelove potrebne za taj automobil. Ne samo to, računar će navesti sve proizvođače koji mogu te dijelove načiniti. I dalje, u roku od nekoliko sati će otići tim potencijalnim proizvođačima upit i vratiti se kao ponuda. Proizvođač automobila imat će mogućnost uvijek da izabere najpovoljnijeg. Danas u suvremenom svijetu rijedak je proizvođač, u industrijski razvijenim zemljama, koji si može priuštiti luksuz da svaštari. On odustaje od svake proizvodnje ako postoji ijedna mogućnost da nekakav dio načini netko povoljnije od njega. To je uvjetom opstanka na tržištu. U SAD se godišnje osniva skoro jedan milijun poduzeća, isto toliko ih godišnje propada. Ali u SAD su u razdoblju od pet godina jedan milijun ljudi postali milijunaši. Rezultat informatičke revolucije je potpuna nova struktura proizvodnji u industrijski razvijenim zemljama. Rastući broj nezaposlenih u industrijski razvijenim zemljama rezultat je strukturne neusklađenosti više nego nedostatka novih radnih

mjesta. V. Britanija ima danas najviši postotak nezaposlenih u industrijski razvijenim zemljama slobodnog tržišta. Istovremeno se u V. Britaniji osjeća akutan nedostatak kvalificirane radne snage za nove industrije koje svakodnevno nastaju. Loše obrazovana i nepokretna radna snaga V. Britanije trebat će još dugo dok se prilagodi novim trendovima. U svim razvijenim zemljama poduzimaju se ogromni napori za kvalifikaciju i prekvalifikaciju radne snage, da bi se ona prilagodila novim zahtjevima proizvodnje.

Da zaključimo, onaj tko želi učestvovati u suvremenim kretanjima razvitka mora (a) investirati u informatičku infrastrukturu, (b) školovati radnu snagu i (c) voditi računa kako će se nove demografske strukture odraziti na stanovništvo, bilo da se radi o radnoj snazi, bilo o potrošačima dobara i usluga.

Pilarnstvo kao intermedijarna proizvodnja

Bez obzira kako će se razvijati tehnologija piljenja, da li će pile biti jednom zamijenjene laserima ili slično, izgleda da će još izvjesno vrijeme, ne znamo koliko dugo, masivno drvo biti poželjnim artiklom prvenstveno unutrašnje arhitekture, sve manje konstruktivni element. Nismo više sigurni ni da će se drvo održati još dugo vremena kao gotovo jedino ishodište za proizvodnju papira, s obzirom na uspješne pokuse da se kao sirovina za papir koriste jednogodišnje specijalne biljke, gdje je prinos po jedinici površine neizmjerljivo veći no što je to slučaj šume.

Ako su naše prognoze o budućem razvitku točne, tada bi mogli očekivati da će pilarnstvo postati poglavito intermedijarna proizvodnja, koja će davati ishodišne sirovine prvenstveno za namještaj, te materijale u unutrašnjoj arhitekturi. Korisnici pilanskih sirovina, proizvođači namještaja i stolari, te postavljajući drvenih podova, da bi opstali na tržištu, moraju poduzeti sve da se uključe u revolucionirani proces konstrukcije, proizvodnje i prometa uz pomoć računara. To znači ili bi značilo, ako su naša očekivanja barem djelomično točna, da pilarnstvo mora biti spremno isto tako brzo reagirati na zahtjeve tržišta.

U takvim uvjetima naravno da se može racionalno očekivati da će kretanje u tehničkom i tehnološkom smislu u pilarnstvu na piljenje elemenata biti nastavljeno, ali klasično komercijalno piljenje i takve pilane ne bi, izgleda, trebalo prerano otpisati.

Proces proizvodnje piljenja građe, unatoč predusjenjima i sušarama, traje veoma dugo. Ako govorimo o pilanama kao zasebnim postrojenjima i o klasičnim metodama piljenja, gdje napadaju velike količine piljevine i otpadaka, logično je za očekivati da bi pilarnstvo u budućnosti sve više koristilo te otpatke za sušenje, čime se proces u daljoj preradi u tvornicama namještaja, elemenata i parketa te ostalih podova, može znatno skratiti,

a za to potrebna toplinska energija je vjerojatno daleko najjeftinija.

Očekivanja u razvitku proizvodnji temeljenih na piljenom drvu

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

Ako se radi o namještaju, valja voditi računa da je, osim izuzetaka, trajanje života proizvoda relativno kratko.

U takvim uvjetima proizlaze za pilanarstvo određene posljedice: ono mora imati mogućnost da u najkraćem roku kupcu može ponuditi suhe specifične pilanske proizvode. Takva orijentacija bi izgleda favorizirala komercijalne pilane, što naravno valja u svakom konkretnom slučaju posebno ispitati. Ako se ostvari prognoza da će finalna postrojenja za preradu drva tendirati ka smanjivanju broja zaposlenih i kapaciteta, kako bi povećali fleksibilnost prema tržištu, teško je očekivati da će se isplatiti pilanska postrojenja vezivati za finalne pogone.

Najvjerojatnije će se razvitak kretati u pravcu neke sredine, a ta bi bila u tome, što će finalna postrojenja, na temelju svojih predviđajućih potreba, vjerojatno naručivati u pilanama potrebne elemente.

U preorijentacijama do kojih uslijed prodora informatike i njezinih posljedica nužno mora doći u pilanarstvu, tradicija te grane narodnog gospodarstva može izgleda biti više štetnom no korisnom.

Bez obzira kakve kanale distribucije naša finalna prerada osvoji, pilanarstvo će morati također postati fleksibilno unutar maksimalno mogućih limita, uvjetovanim tehnikom i tehnologijom piljenja i pripremanja piljene građe za prodaju.

Osim svega naprijed navedenog, valja uzeti u obzir činjenicu da će naša finalna industrija morati sve više se orijentirati na izvoz, budući da će domaća tražnja padati apsolutno i relativno. A onog časa, kada sudbina finalne prerade počne u većem postotku zavisiti o vanjskom tržištu i bez mogućnosti da se visokim domaćim cijenama prebrode gubici na izvozu, ta će finalna prerada morati prihvatiti pravila igre tog tržišta ili će se s njega morati povući.

Moramo voditi računa o činjenici da smo mi prema- lo produktivni, i to ne samo u neposrednoj proizvodnji, već je naša društvena proizvodnost među najnižima u svijetu. Niska proizvodnost je za naciju najskuplji luksuz, kojega se u nas nećemo riješiti niti za deset godina.

Naši pogoni mogu proizvesti neki artikal u vremenu koje može biti niže od najproduktivnijih konkurenata. Ali u konkurentnu produktivnost moramo uključiti, pored vremena utrošenog za izradu, kakvoću proizvoda, image, dizajn, tržišta i kanale distribucije, politiku cijena koja iz prednjih elemenata proizlazi i na kraju, ali ne

konačno, previsoku fakturu nedjelotvornih i skupih društvenih službi. Promatrajući proizvodnost u tom svjetlu, naša se proizvodnost ne može nositi s konkurentskom uz naše predodžbe o tome koliko bi mi za naš rad trebali biti nagrađeni.

Ne treba očekivati poboljšanja u gospodarskoj politici u kraćem razdoblju. Mi smo opterećeni sindromom države blagostanja, a taj ubija motivaciju; bez motivacije nema visoke proizvodnosti. Pored svega, rješenja se traže na svim stranama osim tamo gdje se ona nalaze. Bez radikalnog smanjenja budžeta i budžetskog deficita koji se pokriva tiskanjem nove novčane mase, a ova obezvrjeđuje taj isti novac, ne možemo govoriti o povećanju društvene proizvodnosti. Motivaciju za izvoz ne možemo naći u nikakvim deviznim režimima, sve dok ne prihvatimo da je deviza roba, koju onaj tko ju je zaradio, ima prodati uz cijenu ponude i tražnje. Samo tako može opstati devizno tržište i samo tako se zemlja može otvoriti prema svijetu. Otvaranjem prema svijetu i realnom pristupu vrednovanja vlastite proizvodnosti možemo početi govoriti o optimizaciji ulaganja kapitala u proizvodnju, koja može da se nosi s takvim tržištem.

Ovo što smo naprijed opisali ujedno je scenario budućih kretanja u nas, pošto svi alternativni jalovi pokušaji propadnu. Kako vremena ima sve manje, budući da je u cijeloj zemlji ozbiljno načeta supstanca, da bi se održala iluzija blagostanja, možemo reći da će veoma brzo slijediti, poslije niza šokova, otrežnjenje i traženje izlaza tamo gdje on postoji.

U takvom scenariju valja očekivati da će veoma brzo, neizbježno, finalna prerada drva kretati ka restrukturiranju. Restruktuiranju te industrije, pilanarstvo će također morati slijediti put.

Prijedlozi za traženje putova optimizacije u pilanarstvu

Kao prvo, valja imati na umu, da nije moguće dati generalna rješenja koja ako se slijede, sve ide ponajbolje. Svaka pilana je problem za sebe i mora biti u bitnim detaljima posebno izučena.

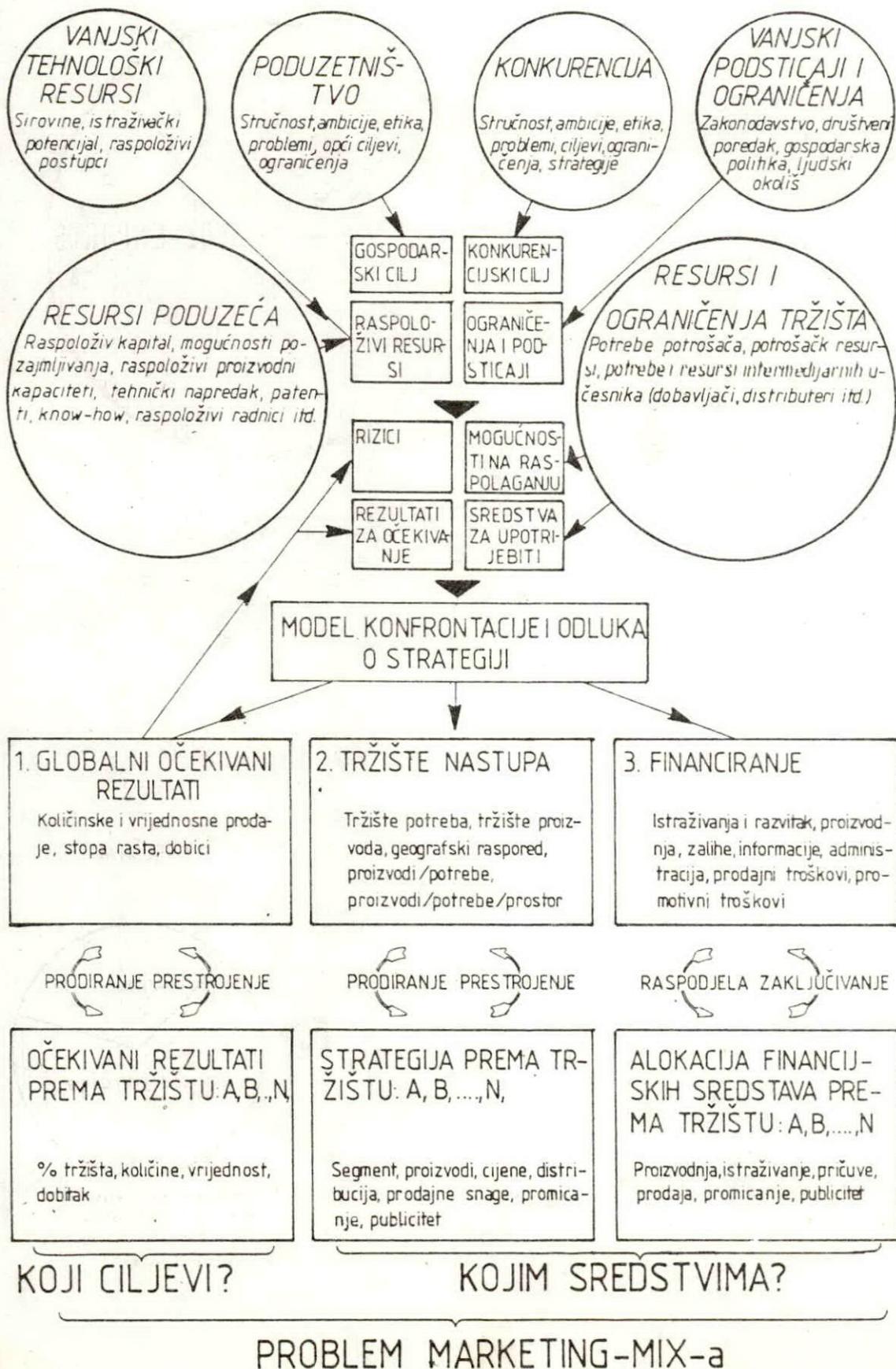
Na slici 1 prikazujemo shemu traženja puta individualnog poduzeća. U gornjem dijelu slike, predstavljeno sa šest krugova su elementi za koje će se morati intenzivno koristiti banka podataka koju se mora napuniti. U modelu konfrontacije i odluke o strategiji valja ispitati sve činitelje koji mogu utjecati na poslovni rezultat, tržišni segment, egzogene činitelje, itd. koji se u takav model ugrađuju kao tzv. horizonti. S takvim integralnim modelima moguće je vršiti simulacije mijenjanjem pojedinačnih ili svih varijabli modela, horizonata, itd.

Tek na temelju takvih ispitivanja možemo očekivati da prestruktuiranje ne bude gospodarskim promašajem.

Nije pretenciozno tvrditi, da budućnost pilanarstva u nas ne zavisiti toliko o tehnici i tehnologiji, koliko zavisiti, a u budućnosti će zavisiti još više, o svestranom i sveobuhvatnom istraživanju i verifikaciji postojećeg stanja i zauzimanja smjera u budućem razvitku.

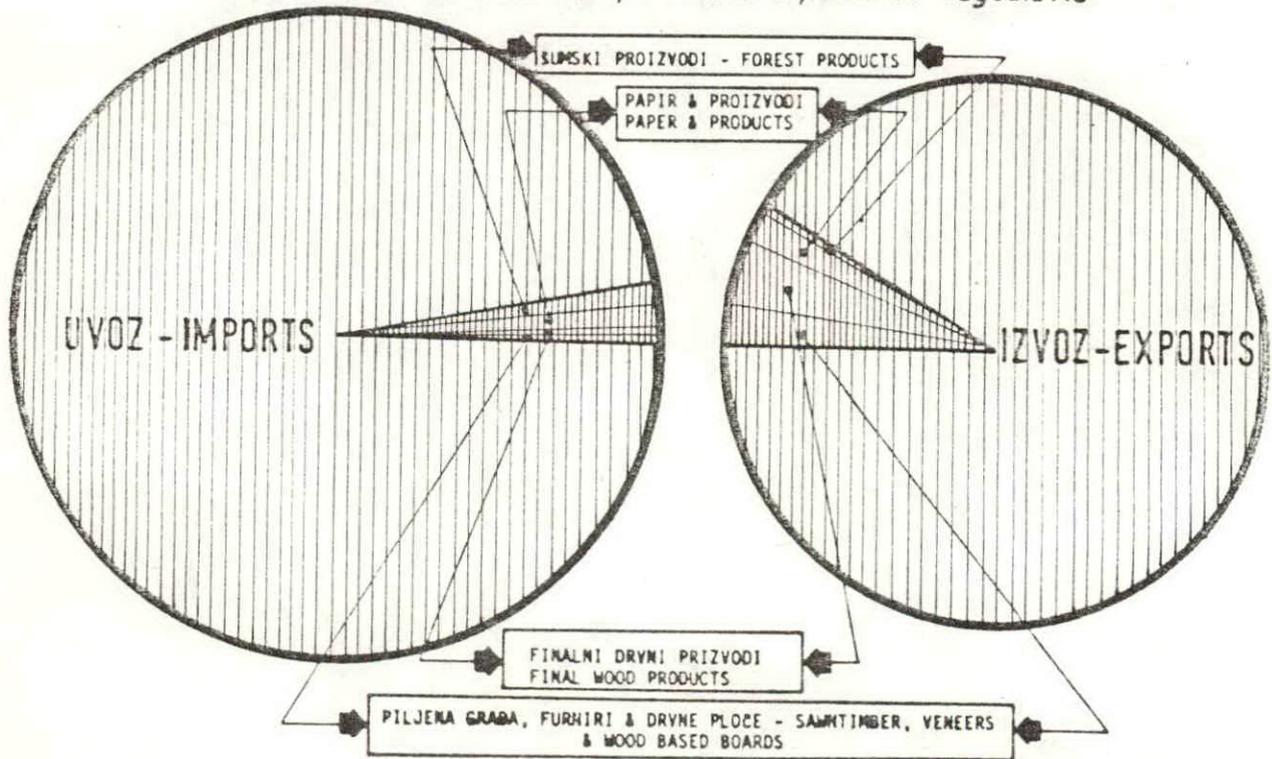
Slika 1

POSTUPAK PRI IZRADI STRATEGIJE RAZVITKA



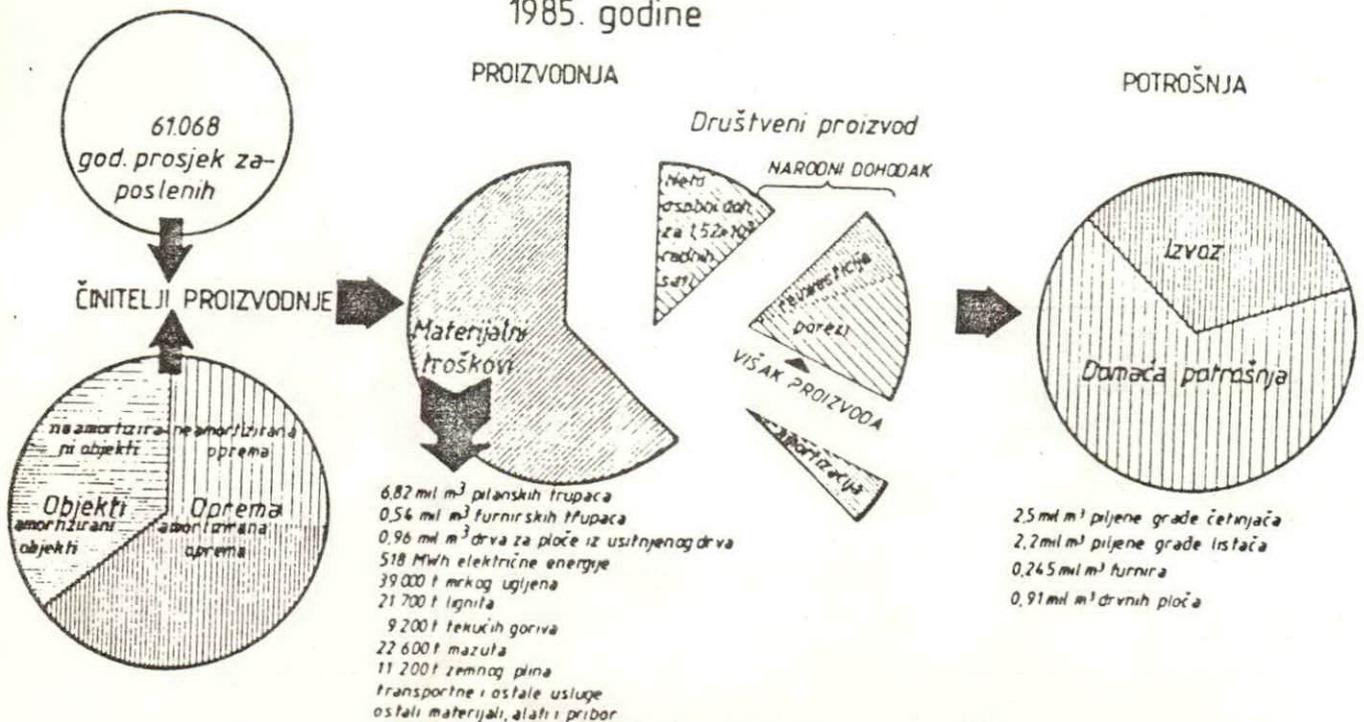
Slika 2

Šumski proizvodi u ukupnom izvozu i uvozu Jugoslavije (1982)
 Forest products in total exports and imports of Yugoslavia (1982)



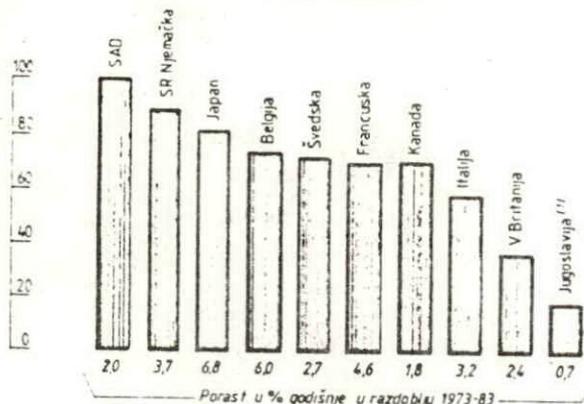
Slika 3

PILANARSTVO I PROIZVODNJA DRVNIH PLOČA U JUGOSLAVIJI
 1985. godine



Slika 4

KOLIČINA PROIZVODA PO SATU U PROIZVODNIM DJELATNOSTIMA
SAD 1983= 100

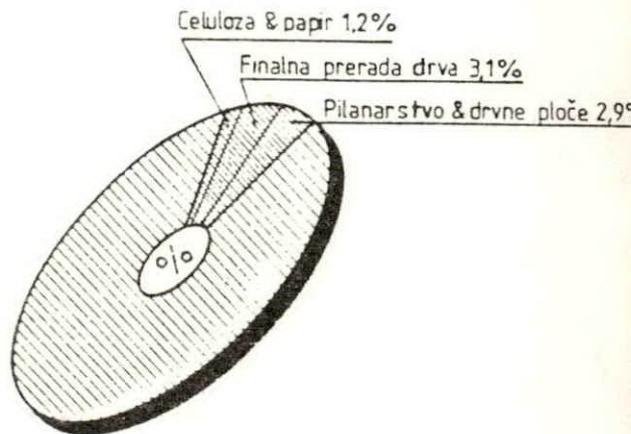


(The Economist '86, SGJ '86)

(1) Društveni sektor

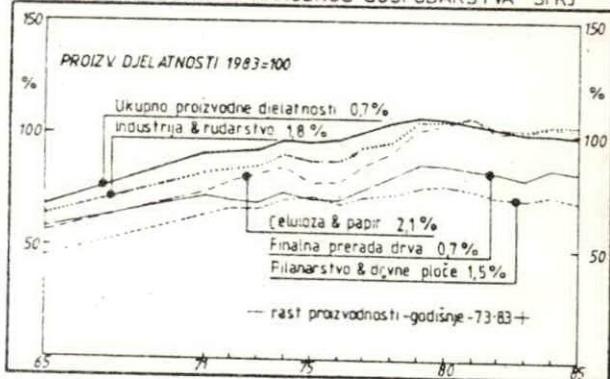
Slika 6

IZVOZ IZ SR HRVATSKE 1985.

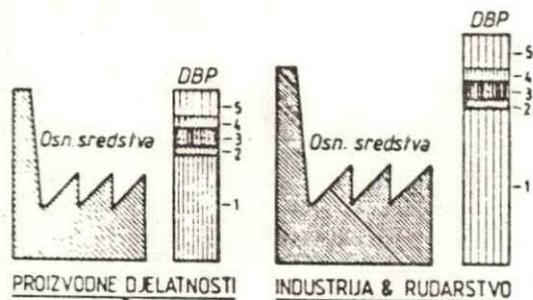


Slika 7

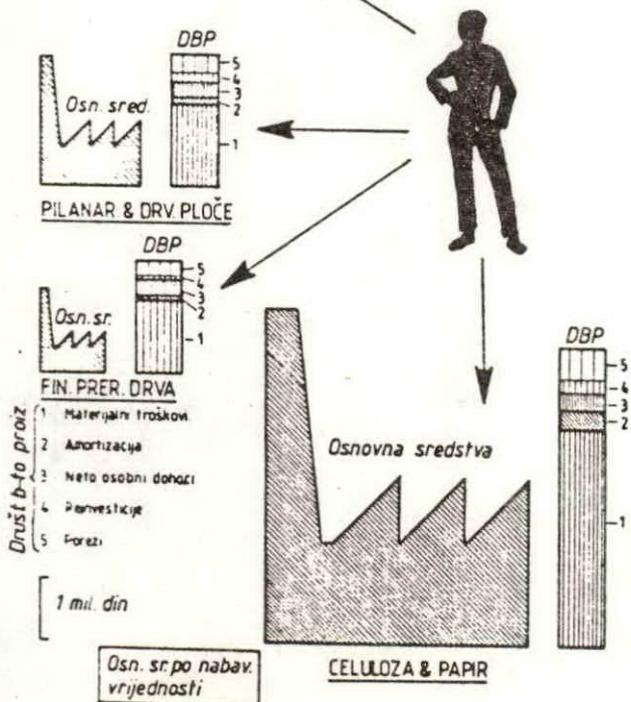
PROIZVODNOST PO RADNOM SATU PROIZVODNIH DJELATNOSTI
DRUŠTVENOG SEKTORA NARODNOG GOSPODARSTVA SFRJ



Slika 5

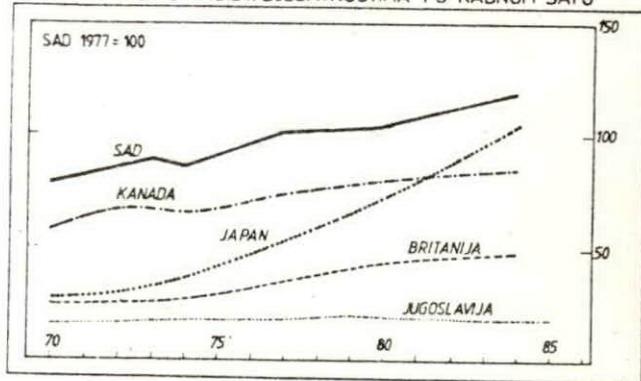


JUGOSLAVIJA 1985. - Po 1 zaposlenom



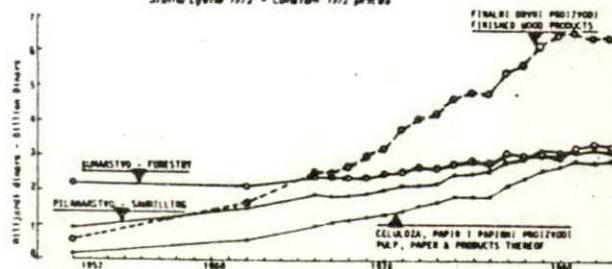
Slika 8

PROIZVODNOST U PROIZV. DJELATNOSTIMA PO RADNOM SATU



Slika 9

Društveni proizvod šumarstva i prerade drva Jugoslavije
Gross national product of forestry & forest industries
of Yugoslavia
Stalna cijena 1972 - Constant 1972 prices



PROGNOZIRANJE KVALITETE JELOVO-SMREKOVIH PILJENICA ISPILJENIH NA GATERU POMOĆU ELEKTRONSKOG RAČUNARA

U pilanarstvu se uvijek težilo za što boljim kvantitativnim i kvalitativnim (a samim tim i vrijednosnim) iskorišćenjem pilanske sirovine. U tom pravcu, u svijetu i kod nas, razvijene su mnoge teorije o maksimalnom kvantitativnom iskorišćenju trupca, odnosno, o sastavljanju optimalnih rasporeda pila („španunga“) koji omogućuju postizanje željenih efekata pri raspiljivanju trupaca.

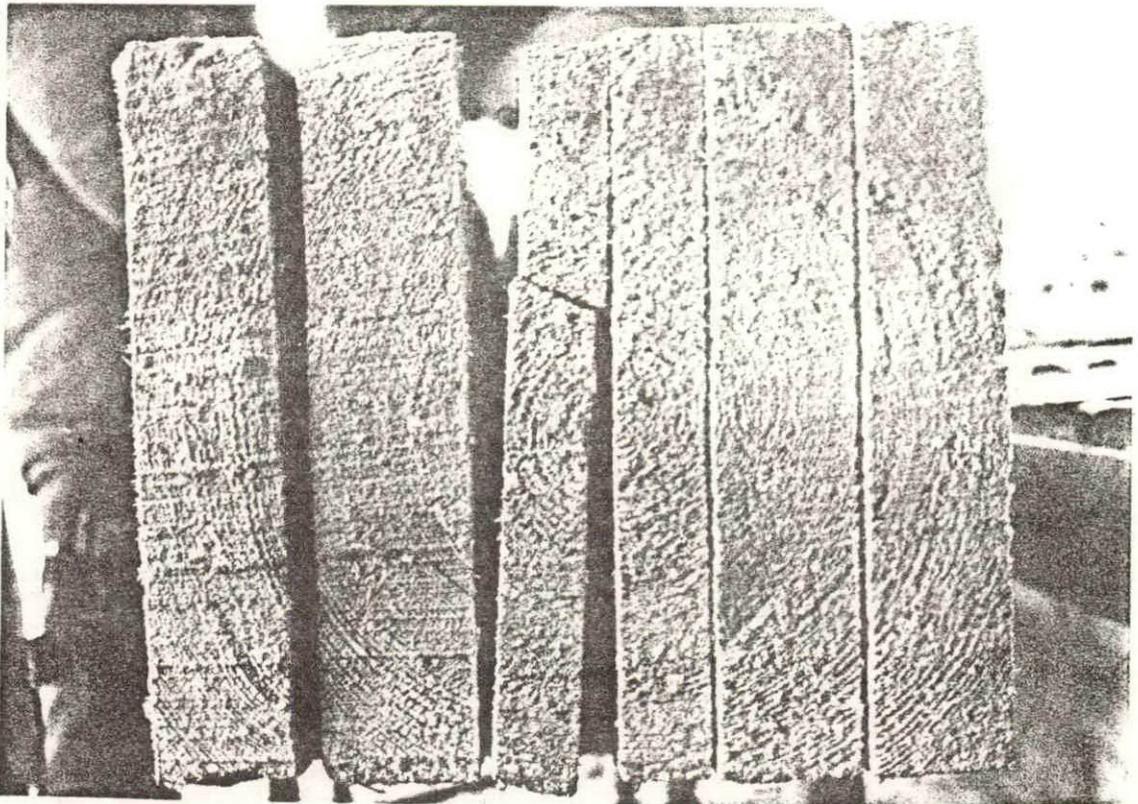
Razvoj kompjuterske tehnike, sa svim njenim prednostima, nesumljivo nalazi veliku primjenu u daljnim istraživanjima poboljšanja iskorišćenja drvne mase trupca, a o čemu najbolje govori ne mali broj istraživačkih radova na tu temu, nastalih prvenstveno izvan naših granica (lit. 5, 6, 9, 10, 11 i dr.).

Kod nas, rješavanje problema optimalizacije iskorišćenja pilanske sirovine pomoću elektronskog računara započinje izradom programa RARAVO za simulirano piljenje (RARAVO – rangiranje rasporeda piljenja jelovih trupaca s obzirom na kvantitativno iskorišćenje, lit. 8), nastalog na Katedri za tehnologiju masivnog drva na Šumarskom fakultetu u Zagrebu. Daljnim radom na ovom programu i njegovim usavršavanjem, učinjen je korak dalje u pravcu korišćenja računara i za određivanje kvalitete piljenica (lit. 3) i njenog optimaliziranja (lit. 2).

U novije vrijeme, istim problemom pokušava da se bavi i Mašinski fakultet u Sarajevu (Odsijek mehaničke tehnologije drveta) s ciljem nastavljanja daljnog istraživanja mogućnosti prognoziranja četinarskih (i ne samo ovih) piljenica pomoću računara. U tu svrhu napravljen je novi program tako da se istovremeno može koristiti za prognoziranje kvalitete četinarskih piljenica nastalih raspiljivanjem trupaca tehnikom piljenja „prizmira-njem“ i tehnikom piljenja „na oštro“.

Ovu primjenu računara na tehniku piljenja „na oštro“ smatramo izvjesnim korakom dalje u iznalaženju mogućnosti korišćenja kompjuterske tehnike za prognoziranje kvalitete piljenica.

S druge strane, bitna karakteristika ovog programa je ta što pomoću njega računar prognozira kvalitetu piljenica na osnovu površina pojedinih klasa kvalitete na jednoj i drugoj plohi piljenice, a ne na poprečnom presjeku piljenice, sl. br. 2. Naime, i kod ovog programa, kao glavni ulazni podaci, koriste se promjeri granica pojedinih zona kvalitete, čije vrijednosti je potrebno utvrditi za svaki trupac pojedinačno. Prema metodologiji M. Brežnjaka i Đ. Butkovića (lit. 2) sliku strukture prizme-trupca po kvaliteti moguće je dobiti tzv. metodom reponiranja piljenica u prizmu (sl. br. 1).



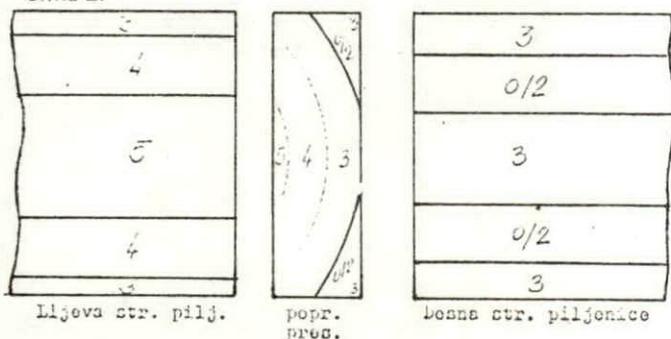
Slika 1. – Reponiranje piljenica u prizmu (prema M. Brežnjaku i Đ. Butkoviću)

Prognoziranje kvalitete piljenica

Reponiranjem piljenica poznate kvalitete u prizmu (uglavnom, reponiranje se odnosi na piljenu građu normalnih dužina – 3 do 6 m; Kratka piljena građa i kratica se ne uzimaju u obzir iz razloga što se ova piljena građa ne sortira po istim kriterijima kao duga građa) dobivaju se iz njihovih debljina, širine određenih zona kvalitete u obliku kružnog vijenca, odnosno kružnih cilindara, za svaki trupac pojedinačno. Odavde proizlazi da bi za što bolje određivanje granica kvalitetnih zona u trupcu-prizmi, metodu reponiranja trebalo primjeniti na što je moguće veći broj trupaca u uzorcima koje, s druge strane, treba raspiljivati sa više različitih rasporeda (piliti različite debljine piljenica). Nakon toga, izračunavanjem aritmetičke sredine utvrđenih granica za različite rasporede pila, mogu se dobiti prosječni promjeri granica kvalitete za sve tri kvalitetne klase trupaca posebno.

Kako to i M. Brežnjak i Đ Butković (lit. 2) navode, bitno je naglasiti da, s obzirom na to da su trupci međusobno različiti, pojedine granice zona kvalitete su također različite, pa je na istom mjestu u trupcu-prizmi i uticaj pojedinih zona kvalitete na piljenicu različit. Stoga piljenice smještene u istom mjestu jednog rasporeda pila neće imati jedinstvenu kvalitetu, nego će biti zastupljene sa nekoliko klasa kvalitete u različitom postotku.

Slika 2.



Pojedine zone kvalitete, kako je to prikazano na slici br. 2, zauzimaju određenu površinu na jednoj ili na drugoj (ili – i na jednoj i na drugoj) plohi piljenice. Odnos površine (površina) pojedine kvalitetne klase na plohi (ploham) sa površinama obje plohe piljenice, daje procentualno učešće te kvalitetne klase na određenoj piljenici. To je ustvari hipoteza kojom se definišu klase kvalitete piljenica smještenih na istom mjestu rasporeda pila. Na ideju ovakvog postavljanja hipoteze upućuju i same postavke našeg, a i drugih standarda za piljenu građu, koji se odnose na određivanje kvalitete piljenica, a koji se i praktično primjenjuju. Naime, kao što je poznato, standardi za ocjenu kvalitete piljenica upravo uzimaju u obzir izgled njenih ploha i raspored grešaka po njima.

U prilogu 1 i 2 prikazani su izlazni rezultati prognoziranja kvalitete piljenica dobivenih iz trupca raspiljenog tehnikom piljenja „prizmiraanjem“ i tehnikom piljenja „na oštro“. S obzirom da je testiranje ovog programa putem eksperimentalnog piljenja u toku, nismo u mogućnosti da na ovom mjestu damo i prikaz upoređenja rezultata eksperimentalnog piljenja sa rezultatima kompjuterskog prognoziranja, a što će u stvari predstavljati pravu ocjenu valjanosti ovako formiranog programa.

PRIZMIRANJE

Klasa trupaca III
Promjer trupca $D_t = 350$ mm
Visina prizme $h = 210$ mm
Širina propiljka $P = 3,8$ mm

Piljenica br. 1
 $d = 31,5$ mm

Klase 5 ima 50,29%
Klase 4 ima 48,90%
Klase 3 ima 0,81%

Piljenica br. 2
 $d = 63$ mm

Klase 5 ima 21,61%
Klase 4 ima 48,29%
Klase 3 ima 19,96%
Klase 0-2 ima 10,13%

Piljenica br. 3
 $d = 25$ mm

Klase 4 ima 26,21%
Klase 3 ima 37,82%
Klase 0-2 ima 35,98%

Piljenica br. 4
 $d = 25$ mm

Klase 5 ima 13,23%
Klase 4 ima 36,95%
Klase 3 ima 15,20%
Klase 0-2 ima 34,62%

Ostatak
 $d = 15,3$ mm

Klase 5 ima 34,19%
Klase 4 ima 65,81%

Prognoziranje kvalitete piljenica

PILJENJE U CIJELO

Klasa trupaca III
Promjer trupca $D_t = 350$ mm

Piljenica br. 1.
 $d = 50$ mm

Klase 5 ima 27,46%
Klase 4 ima 44,35%
Klase 3 ima 19,15%
Klase 0-2 ima 9,04%

Piljenica br. 2.
 $d = 50$ mm

Klase 5 ima 9,00%
 Klase 4 ima 42,46%
 Klase 3 ima 34,39%
 Klase 0-2 ima 14,14%

Piljenica br. 3

d = 25 mm

Klase 5 ima 6,17%
 Klase 4 ima 13,54%
 Klase 3 ima 48,75%
 Klase 0-2 ima 31,54%

Ostatak

d = 36,7 mm

Klase 5 ima 13,54%
 Klase 4 ima 25,43%
 Klase 3 ima 30,99%
 Klase 0-2 ima 30,03%

Literatura

1. BREŽNJAK M., 1979.: Mogućnosti i dostignuća u korišćenju kompjuterske tehnike kod raspiljivanja pilanskih trupaca. Kolokvij iz pilanarstva, Bilten ZIDI 5(7), 5-14, Šumarski fakultet, Zagreb
2. BREŽNJAK M., BUTKOVIĆ, Đ., 1985.: Piljenje jelovih trupaca i procjena kvalitete piljenica. Bilten ZIDI, 6(13), 33-49.
3. BUTKOVIĆ, Đ., 1983.: Simuliranje kvalitete piljenica. Bilten ZIDI, 3(11), 1-16.

Kovačić Ninoslav, dipl. ing.
 RO DI „Delnice“ – Delnice

4. BUTKOVIĆ, Đ., 1979.: Komparativna istraživanja volumnog iskorišćenja trupaca kod simuliranog i eksperimentalnog piljenja. Kolokvij iz pilanarstva, Bilten ZIDI 5(7), 5-14, Šumarski fakultet, Zagreb.
5. CARINO, F. H., BOWYER, L. J., 1979.: New tool for solving materials flow problems: a computer-based model for maximizing output at minimum cost. For. Prod. Jour., 10(29), 84-90.
6. GOULET, V. D., IFF, H. R., SIROIS, L. D., 1980.: Five forest harvesting simulation models. Part I: Modeling characteristics. For. Prod. Jour., 7(30), 17-20.
7. HITREC, V., 1979.: Određivanje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca metodom simuliranja. Kolokvij iz pilanarstva, Bilten ZIDI, 5(7), 34-40, Šum. fak. Zagreb.
8. HITREC, V., 1979.: Raravo – ZIDI, Program za elektronski računar: – rangiranje rasporeda pila na jarmači prema volumnom iskorišćenju. Bilten ZIDI, 1(7), 1-52.
9. McONALD, A. K., 1976.: Computer recognition of lumber quality. Second conference: Automated inspection and product control, Illinois. 51-68.
10. RICHARDS, D. B., 1973.: Hardwood lumber yield by various simulated sawing methods. For. Prod. Jour. 2(31), 50-53.
11. RICHARDS, D. B., HALLOCK, H. Y., BULGRIN, E. M., 1978.: Optimum value yield from hardwood logs by simulated sawing. Forestry department university of Kentucky.

LAMELIRANI DRVENI PROFILI PRIMJENA U GRAĐEVINSKOJ STOLARIJI

Uvod

RO DI „Delnice“ proizvođač je cca 200.000 otvara svih vrsta građ. stolarije. Ta količina stolarije bazirana je na najvećoj količini vlastite sirovine koja se dobiva iz 90.000 jele/smrekovih trupaca. Kvalitet piljenica iz prebornih šuma nam je svima dobro poznat.

Današnji trendovi u građ. stolariji uvjetuju da površina drveta bude vidljiva, što nalaže upotrebu lazurnih premaza, a ne pigmentnih lakova. Iz ovog proizlaze daleko veći zahtjevi za kvalitet drveta. Konstrukcija fasadne stolarije je zbog energetskih zahtjeva postala kompliciranija i zahtijevaju se konstrukcije sa većim presjekom profila.

Na ove zahtjeve u pogledu kvaliteta i povećanog presjeka uz smanjenu količinu kvalitetne grade, a-uz želju povećane produkcije nije se moglo odgovoriti elementima iz masivnog drva.

Još je jedan momenat utjecao na naše opredjeljenje za lameliranjem. RO DI „Delnice“ izvoz je ostvarila uglavnom u bukovom programu (bukova građa i namje-

štaj), dok je u jelovini bilo samo nešto grade. Obzirom da je sirovinaska osnova bukve i jele u odnosu 1:5, svoj razvoj vidimo kroz izvoz jelovog programa. Stolarija kakvu smo proizvodili nije kvalitetno mogla biti predmet izvoza. Odlučili smo se za lameliranje kao prvu fazu izvoza, a krajnji cilj je izvoz građ. stolarije. To smo i počeli ostvarivati u 1986. godini.

Obzirom da se građ. stolarija u našoj RO proizvodi na pet lokacija, potrebno je bilo riješiti i niz organizacijskih i tehnoloških problema da bi se moglo efikasno pristupiti krojenju i lameliranju. Odvajanje pilana na bukovu i jelovu, izmjena i preraspodjela programa u građ. stolariji, investicija u centralnu krojačnicu sa lamelirnicom su bili osnovni preduvjeti za racionalno gospodarenje postojećom drvnim masom.

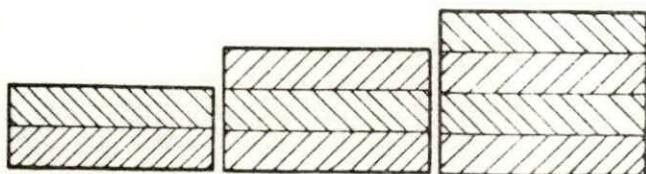
Saznanja o lameliranju

Pred nekoliko godina naglo je porasao interes za lameliranjem prozorskih okvira. Stekao se dojam da se jednoj proizvodnji pristupi na posve nov način. Među-

tim, debljinsko ljepljenje poznato je još u zanatskoj proizvodnji gledajući poprečne presjeke. Industrija lameliranih nosača je počela početkom stoljeća u Zap. Njemačkoj i tamo je patentirana. Dakle, lameliranje kao princip poznajemo poprilično dugo. Ipak, industrijska primjena datira nekoliko godina unazad. Usprkos tome dosadašnja kratkotrajna iskustva su uglavnom pozitivna.

Danas se u općoj upotrebi služimo terminom „lameliranje“ ili „debljinsko ljepljenje“. Pri tome se podrazumijeva, gledajući poprečni presjek, slijepjeno najmanje dva komada drva sa vlakancima u istom smjeru. U pravilu se poprečni presjek lijepi iz 3 ili više elemenata (Sl. 1).

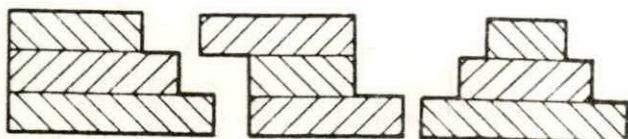
SLIKA 1.



SASTAV LAMELIRANOG DEBLJINSKOG SPOJA

Na toj slici prikazan je poprečni presjek tzv. „neobrađenog četverokuta“. Kod nas se uvriježio naziv „blok profil“. Prilagođavanje oblika gotovom profilu prikazano je na sl. 2. Obzirom da neki oblici presjeka asociraju na neka slova zavemo ih „L profil“ i „Z profil“.

SLIKA 2.



DEBLJINSKI SPOJ PRILAGOĐEN GOTOVOM PROFILU

Prilagođavanje konačnom obliku profila donosi uštede u materijalu, umanjuje trošenje alata i energije. S druge strane ti profili unaprijed definiraju element krila ili doprozornika što povećava broj različitih elemenata u skladišnom prostoru i sam prostor. Odluka o obliku profila proizlazi iz ekonomskih momenata.

Što se tiče dužine tih elemenata, imamo dva pristupa koja su proizašla iz primjene istih:

a) fiksna dužina elemenata zahtijeva tehnologiju površinske obrade sa lazurnim premazima. Kod tih elemenata ne dozvoljava se uzdužno nastavljanje vanjskih lamela. Vanjske lamele su iz blistača ili polublistača čiste i ravne žice,

b) kod proizvoda koji su u završnici obrađeni pigmentnim lakom, dozvoljeno je spajanje vanjskih lamela. Na njihovu teksturu ne postavljaju se posebni zahtjevi. Dužina tih elemenata može biti višekratnik masivne dužine ili pak fiksna dužina. Maksimalnu fiksnu dužinu uvjetuje tehnologija za uzdužno nastavljanje i samo la-

meliranje. Kod velikih proizvođača sve se više pojavljuje dužina od 6 m. Razlog tome je što se koriste isti programi za krojenje kao i kod stolarije koja se izrađuje iz metala (aluminija) čija je ulazna sirovina 6 m dugačka.

Osnovni razlozi za primjenu lameliranih elemenata u građ. stolariji navode se:

– proizvodnja i skladištenje piljenica čije dimenzije ne ovise o dimenzijama finalnog proizvoda,

– jednostavniji odabir materijal, nego što je kod masivnog profila,

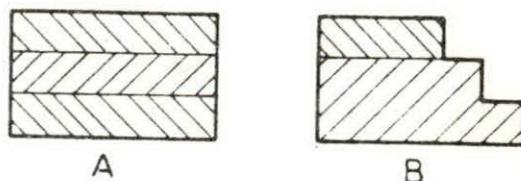
– zadovoljavanje arhitekata kod zahtjeva za većim poprečnim presjecima.

Ovi razlozi proizašli su iz kvalitete oblovine, a samim tim i piljenica u Njemačkoj, Skandinaviji i Austriji. Kod nas je slučaj da svega 25-30% piljenica kvalitetno zadovoljava da se može ugraditi u građ. stolariju. Dorodom piljenica dijelom III, IV pa i V kl., taj se postotak penje do 60%. Ugradnju takvih grubo krojenih elemenata omogućuje nam lameliranje. Respektirajući podatak o postocima usudio bi se tvrditi da je korištenje te mase osnovni razlog za primjenu lameliranja u našoj RO. To je i razlog da smo za vlastitu produkciju iznašli računicu da nam je bolje raditi „prilagođeni profil“ nego „blok profil“, usprkos povećanju broja elemenata i skladišnog prostora.

Sve vrste drva koje se koriste za izradu prozora podobne su i za lameliranje. Uputno bi bilo pitanje: Ima li vrsta koje se ne koriste kao masivne za građ. stolariju, a mogle bi se koristiti kao lamelirane. Uglavnom su u istom elementu iste vrste drva. Korištenje različitih vrsta obično je zbog sniženja troškova i teškoća u nabavi.

Konstrukcija poprečnog presjeka neobično je važna kako za stabilnost, tako i za izdržljivost konstrukcije samog prozora. Iskustva su pokazala da je bolja simetrična konstrukcija od asimetrične (sl. 3).

SLIKA 3.



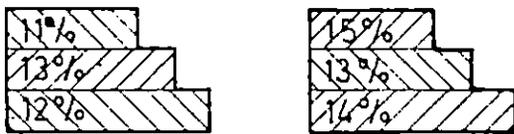
SIMETRIČNA (A) I ASIMETRIČNA (B) KONSTRUKCIJA

Za konstrukciju je također bitno da sljubnica (spoj) bude na unutarnjem profilu prozora. Preporuča se da debljina vanjskih lamela ne bude tanja od 15 mm. Od ovih osnovnih pravila ne bi se nikako trebalo odstupiti ukoliko se ne barata za vlastitim višegodišnjim iskustvom.

Jedna od prednosti lameliranih konstrukcija pred masivnim je: lamelirano drvo se mora točno osušiti pa to pretpostavlja veće pridržavanje potrebne vlažnosti, kao i skladištenje u pogodnim mjestima. Svi ovi zahtjevi mogu se ispuniti samo dobro vođenim umjetnim sušenjem. Granične vrijednosti vlažnosti drva dane su na slici 4, uključivši i vlažnost među pojedinim lamelama. Nepridržavanje ovih podataka dovodi do otvaranja lamela po sljubnici.

Posebnu pažnju treba obratiti pravilnom izboru

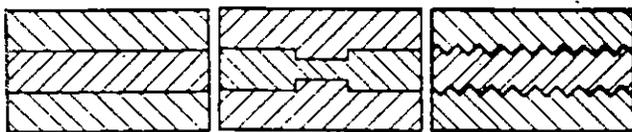
SLIKA 4.



DOZVOLJENE MOGUĆNOSTI RAZLIČITE VLAGE DRVA IZMEĐU POJEDINIH LAMELA

Ljepila u čemu se može osloniti na DIN 68602. Ljepila preporučena za lameliranje moraju biti grupe B-4. Ljepilo grupe B-4 je PVA-c sa dodatkom otvrdivača. Također su karbamidna i rezorcinska ljepila, ali ne nalaze primjenu. Kod nas upotrebljavamo PVA-c ljepilo sa otvrdivačem u boji radi lakše vizualne kontrole nanošenja ljepila. Pogodna su za mehanička stezanja u preši i za visokofrekventne preše. Pri tome treba paziti na temperaturu i vlagu kako prostora tako i drva (15-02°C i relativna vlaga zraka 60-70%). Najčešće se primjenjuje tupi sljub. Ostale vrste spoja rijetko se primjenjuju Sl. 5.

SLIKA 5.



OBLIK SPOJA

Slučaj „B“ zahtijeva veći utrošak rezane građe. U slučaju „C“ iako je teoretski površina ljepljenja veća kvalitet ljepljenja je slabiji. Ljepljenjem u VF preši ne može doći do postranog smicanja jer su elementi u šablona, a longitudinalno smicanje je zanemarivo.

Vlastita proizvodnja lameliranih elemenata

Za navedenu proizvodnju građ. stolarije u količini od cca 200.000 jedinica potrebno je 6.500 m³ ljepljenih elemenata. Plan izvoza iznosi 700 m³, tako da ukupna produkcija iznosi 7.200 m³. To je plan proizvodnje za 1987. godinu. Lamelirani elementi koriste se u ostakljenoj fasadnoj stolariji „IZO“, neostakljenoj fasadnoj stolariji K/K i dovratnicima ulaznih i garažnih vrata. Konstrukcija tih elemenata prikazana je na slici 6, 6a i 6b.

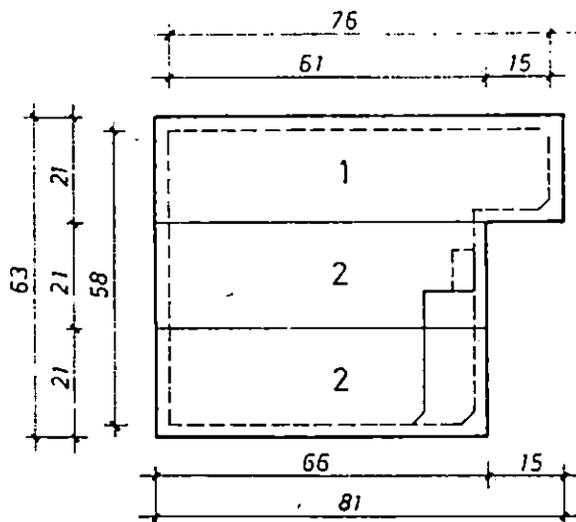
Iz slika je vidljivo da je sva konstrukcija izrađena iz elemenata 21 mm i 34 mm koji se dobivaju iz građe 24 mm i 38 mm. Ukupan broj elemenata po presjeku koji ulaze u konstrukciju je 8 komada. Priprema za lameliranje i samo lameliranje izvode se za sada na tri lokacije što ne uvjetuje optimalno krojenje građe. Za lameliranje koristimo jelovu/smrekovu građu umjetno sušenu na 12%.

Priprema elemenata (lamela) vrši se u krojačnici. Mogli bi reći da postoje dva načina pripreme u krojačnici:

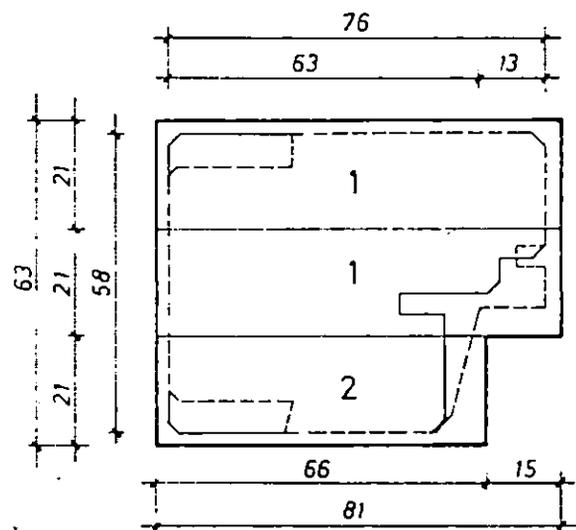
1) Krojenje elemenata iz suhe građe. Kvalitet građe je 0/II klase. Iz takve građe kroje se elementi određene dimenzije. Zahtjevi za kvalitetom određuju da li će se

SLIKA 6.

„IZO“



„IZO-GL“

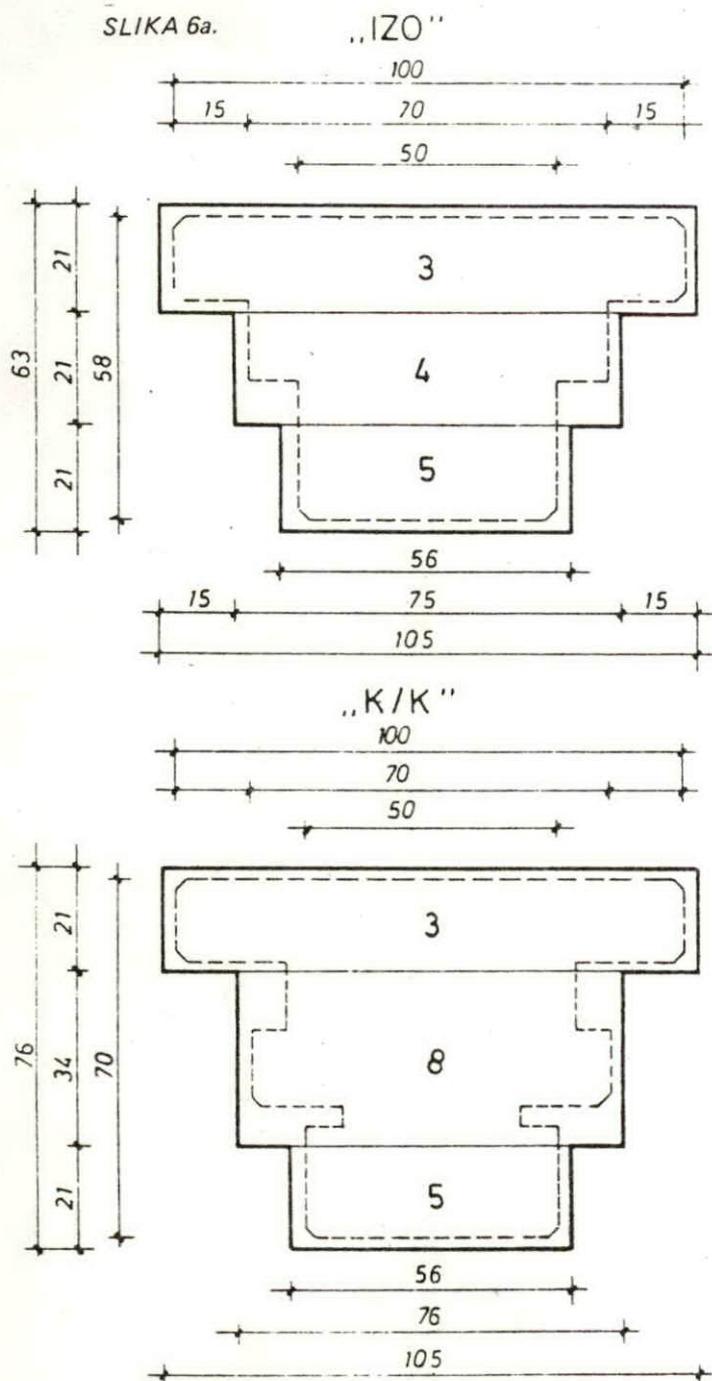


ugraditi u vanjski ili unutarnji sloj. Elementi koji su kraći od zahtjeva RN idu na uzdužno nastavljanje.

2) Sirova građa III, IV, a ponekad i V kl. ukupno zvana „dorada“ ide na liniju za uzdužno krojenje. To su piljenice 24 mm debljine iz centralnog dijela prizme iznad 250 mm visine. Doradom takve piljenice dobiva se sirova lamela radijalnog ili poluradijalnog reza i takva ide na sušenje. Za potrebe uglavnom izvoznih programa, u pilani namjenski režemo debljine piljenice koje su pravo širine lamela. Takve piljenice kasnije raspiljujemo na gateru. To su isključivo bočnice visoke kvalitete koje raspiljivanjem postaju lamele radijalnog reza. Taj način iako je kompliciran osigurava vanredno kvalitetan gotov lamelirani element čija cijena u izvozu opravdava svu specifičnost izrade.

Sav sistem krojenja podređen je tome da se prvenstveno dobiju vanjske lamele. Nakon sušenja lamelje odlaze na liniju za poprečno krojenje i hoblanje. Kraći komadi odlaze i sa te linije na uzdužno nastavljanje. Za sve prozore, dakle do visine od 1400 mm vanjske lamele

SLIKA 6a.

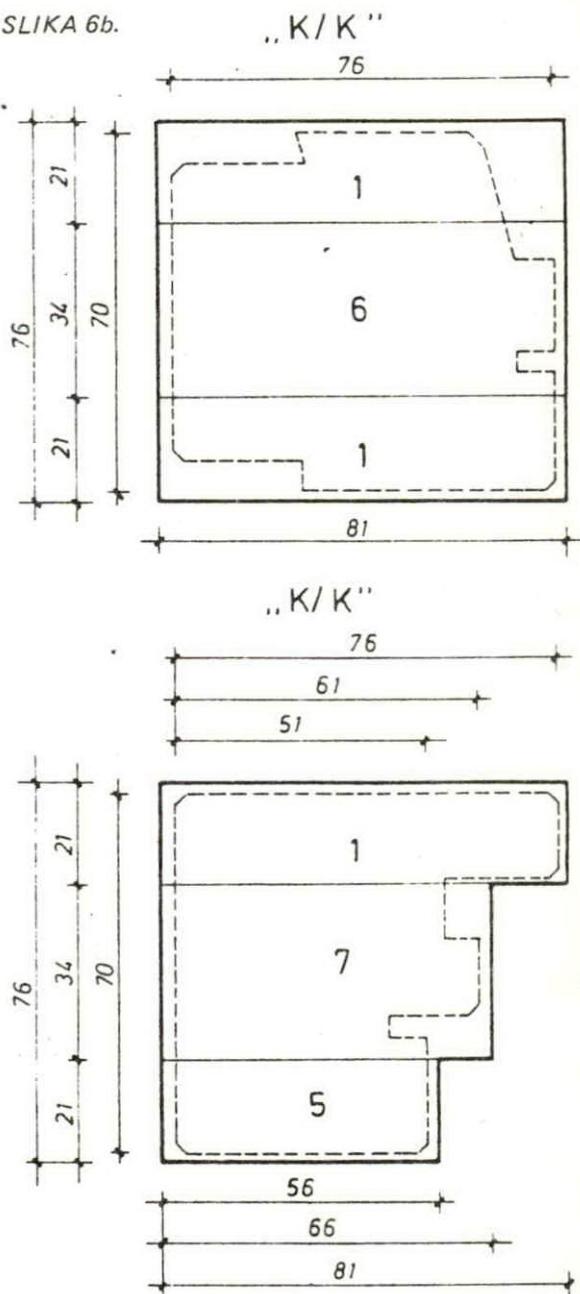


su iz jednog komada. Za lamele vrata dozvoljavamo 1 uzdužni spoj na 1 m dužine. Srednjica može biti nastavljena neograničeno. Pojedini ino kupci inzistiraju na spojenoj srednjici.

Kompletaža RN vrši se nakon hoblanja i tu nastaje problem adekvatnog prostora (površina, temperatura, vlaga i fina prašina). Nanošenje ljepila vrši se jednim prolaskom srednjice kroz mazalicu. Otvoreno vrijeme jednako je taktu VF preše (60 sek). Kod slaganja lamela u šablonu usvojili smo da desnu stranu stavljamo prema unutra ako su obje strane iste kvalitete.

Kapacitet preše domaće proizvodnje za profile kakvi su prikazani je cca 2.000 m³ elemenata u dvije smjene. Potrebna količina kvalitetne građe za vanjske obloge čini 66% u odnosu na srednjicu koja čini 33% upućuje nas na razmišljanje da stanjimo vanjsku oblogu. Sada pokušavamo sa raspiljivanjem lamele 21 mm i 34 mm.

SLIKA 6b.



Kod lamele od 21 mm raspiljivanjem dobijemo debljinu od 9 mm, što odstupa od preporučene minimalne debljine od 15 mm. Prekratko je vrijeme da bi mogli dati konkretnija zapažanja.

Zaključak

Lamelirani elementi za građ. stolariju proizvedeni kod nas prihvaćeni su i potvrđeni kako na domaćem tako i na stranom tržištu. Kvalitet građ. stolarije bitno je poboljšana što omogućuje izlazak na zapadno tržište, naročito mediteranskih zemalja.

Krojačnica sa lamelirnicom uz optimalan izbor tehnologije i načina piljenja u pilanama omogućuje kompleksnije iskorišćenje drvene mase što je i osnovni zadatak struke.

Literatura

1. J. SCHMID: LAMELLIERTE HOLZFENSTER PROFILE HOLZ Z. BLATT 1984.
2. Đ. BUTKOVIĆ: Pristup uvođenju nove tehnologije kod piljenja na tračnim pilama u pilani „Lučice“, interni rad 1983.

3. Investicijski program za izgradnju krojačnice i lamelirnice u Lučicama 1986.
4. B. LJULJKA – TURKULIN H: Mogućnost primjene i kvaliteta lameliranih konstrukcija za fasadnu stolariju.

Zdravko Horvat, dipl. inž.
DI „Česma“ – Bjelovar

INOVACIJE U TEHNOLOGIJI PILJENIH ELEMENATA TVRDIH LISTAČA

U tehnologiji piljenih elemenata tvrdih listača došlo je u posljednjih nekoliko godina do nekih promjena. One, istina, još nisu u skladu sa željama i potrebama, ali su pomaci u odnosu na dosadašnje stanje evidentni. Naime, još uvijek nema nekih cjelovitih rješenja, već se promjene zbivaju tek na pojedinim mjestima u proizvodnom procesu. Za sada se tu radi o uvođenju pojedinih strojeva u primarnim ili doradnim dijelovima pilana, pa i o cijelim linijama, međutim, kompleksna rješenja još ne susrećemo u primjeni.

I na čisto teoretskom planu je slična situacija. Ideja o novim načinima prerade tvrdih listača ima mnogo, ali u razmatranjima su još uvijek prisutne mnoge dileme, za čije će rješenje trebati još dosta vremena. Dileme s kojima se susrećemo proizlaze uglavnom iz nedovoljnog poznavanja dostignuća na područjima elektronike, kompjutorske tehnike, i nekih drugih tehničkih grana, dakle područjima koje je danas neophodno poznavati ako se želi upustiti u kakav iole ozbiljniji naučni poduhvat. Zbog toga i timovi koji rješavaju problematiku unapređenja tehnologije piljenih elemenata, moraju biti sastavljeni od stručnjaka različitog profila.

Razlozi koji su čisto nametnuli potrebu promjene tehnologije piljenih elemenata tvrdih listača, odnosno i šire, promjenu pilanske tehnologije u cjelini, uglavnom su dobro poznati i već više puta obrađivani, pa se njima ovdje nećemo baviti. U ovom prikazu osvrnut ćemo se na neke ideje i razmišljanja o koncepciji nove tehnologije piljenih elemenata tvrdih listača, konkretno – hrasta, s mogućim tehničkim rješenjima koja su već negdje u primjeni ili su u fazi eksperimentiranja, s bliskom mogućnošću njihovog konačnog rješenja.

Pilanska tehnologija kod nas još uvijek započinje na stovarištu oblovine (u mnogim zemljama već – u šumi!). Dopremljeni trupci se nakon istovara iz kamiona ili vagona razvrstavaju ili ne razvrstavaju po promjerima ili kvaliteti, ovisno o tome da li je osnovni primarni stroj gater ili tračna pila. Ako je osnovni primarni stroj gater, tada je uobičajeno razvrstavanje po promjerima, odnosno debljinskim razredima, a ako je osnovni primarni stroj tračna pila, tada se trupci uglavnom ne razvrstavaju po debljinskim razredima. Eventualno se vrši razvrstavanje po kvaliteti.

Ovu svima poznatu činjenicu spominjemo ovdje iz razloga što se u ovim raspravama oko promjene pilanske tehnologije tvrdih listača pojavila ideja o, gotovo, neop-

hodnosti razvrstavanja trupaca po promjerima i kvaliteti, i njihovo uskladištenje na odvojena sortirna polja i za slučaj da je osnovni pilanski stroj tračna pila. Prijedlog za ovakvo rješenje proistekao je iz razmišljanja da je moguće dobiti određenu količinu elemenata tražene dimenzije iz trupaca sasvim određenog promjera i kvalitete, u jednom kratkom roku, bez potrebe bilo kakvih forsiranja prereza ili zahvaćanja u komercijalne samice. Smatra se da bi se na taj način izbjeglo „svaštarenje“ u doradama, da bi se trupac bolje vrijednosno iskoristio, da bi se za duže i široke elemente koristili trupci bolje kvalitete i većih promjera, i obratno, za uže i kratke elemente koristili bi trupce lošije kvalitete i manjih promjera. Matematičari kažu da se programiranje piljenja na tračnim pilama u smislu postizanja optimalnog volumnog iskorištenja, vrlo teško može napraviti za slučajeve ako se ne pile trupci određenog promjera, znači trupci iz unaprijed određenog boksa. Razlozi za to su u ovom trenutku vjerojatno u nedostatku pravog tehničkog rješenja. Naime, snimanje trupaca sa svim njegovim karakteristikama, moralo bi se vršiti neposredno prije raspiljivanja, jer bi u protivnom bilo nemoguće pratiti trupac od časa snimanja negdje na transporteru, pa do tračne pile, gdje bi mu se morao odrediti i prvi rez u odnosu na zahtjeve standarda ili neki drugi zahtjev, te njegovo namještanje na kolicima obzirom na eventualnu zakrivljenost.

Za slučaj da se takvo snimanje vrši na kolicima tračne pile neposredno prije piljenja, sam „obračun“ snimke trajao bi možda predugo, što bi usporilo proizvodni proces.

Zamisao o rezanju elemenata određenih dimenzija i količina na trupce sasvim određenog promjera i kvalitete je u svakom slučaju vrlo interesantno, i zaslužuje detaljniju analizu. Tu je potrebno dati odgovor, da li je metoda prihvatljiva ili nije, te da li je treba i dalje razvijati ili ne?

O pozitivnim aspektima ideje rečeno je već gotovo sve. Međutim, ima i dosta argumenata koji govore suprotno. Spomenut ćemo samo neke:

– prednost tračne pile u odnosu na gater je u mogućnosti individualnog piljenja. Odabiranje debljine slijedeće piljenice vrši se na osnovu kvalitete ranije otvorene plohe. Zbog toga se na tračnim pilama i reže visokovrijedna sirovina. Programiranjem piljenja u odnosu na promjer trupca, mi smo ustvari odredili „španung“

kojim ćemo trupac preraditi. Naravno da se od predloženog programa može i odustati, ali onda se pitamo da li nam je i trebao?

— odvajanje trupaca po promjerima zahtjeva posebno uređenje stovarišta. Na taj način znatno povećavamo investiciju.

— da bi metoda neprekidno funkcionirala, morali bi imati na stovarištu oblovine neprekidno na svim poljima dovoljnu zalihu trupaca. U protivnom svodimo piljenje na ono „po napadu“. Mnoge pilane rijetko kada imaju u svako doba dovoljno sirovine da bi zadovoljile ovaj osnovni uslov metode.

— dosadašnja iskustva u preradi hrastovine pokazuju da je za izvršenje naloga dorade u pogledu izrade elemenata određenih dimenzija odlučujući faktor bila — kvaliteta doradne građe. Promjer hrastovog trupca nam po ničemu ne garantira da je on i kvalitetan. U današnje vrijeme čak i obratno: tvornice za izradu plemenitog furnira pokupile su sve kvalitetne deblje trupce. Prema tome, kvalitetu ćemo čak prije naći u tanjim trupcima. U velikom broju slučajeva iz tanje kvalitetne sirovine dobijemo veću količinu „teških“ elemenata nego iz deblje. Kvalitetu trupaca za sada ne možemo snimiti, možemo je samo pretpostaviti.

— da bi makar koliko-toliko znali što bi se eventualno moglo dobiti iz trupaca određenog promjera i pretpostavljene kvalitete, morali bi izvršiti opsežno snimanje. Elemente bi kod toga morali grupirati u kombinacijama po dužinama i širinama. Nije potrebno mnogo dokazivati da rezultati snimanja ne bi bili pouzdani niti dovoljno signifikantni da bi pružili pravu upotrebu vrijednost.

— kada pilana prati elementima vlastitu finalu, tada je obim radnog naloga takav da može zadovoljiti sve uslove potrebne za sastavljanje dobrog radnog naloga. Znači da uvijek ima dovoljno elemenata dugačkih, srednje dugačkih i kratkih, te širokih i uskih, pa uz ostale pilanske sortimente (popruge) dorada može postići povoljna vrijednosna iskorištenja.

Također nema neke velike opasnosti da bi se „potrošila“ velika količina trupaca za dobivanje nekog „teškog“ elementa, uz koji bi napala količina „lakih“ elemenata koji u tom trenutku možda nisu potrebni, jer se obično radni nalozi ponavljaju kako se i programi ponavljaju. Tih „lakih“ elemenata uvijek ima puno više nego „teških“, tako da tu postoji stalna ravnoteža.

Na osnovu navedenih argumenata (vjerojatno ih ima još) nameće se zaključak da bi, opet ponavljam — u ovom trenutku, bilo iluzorno razvijati metodu optimizacije piljenja trupaca na tračnim pilama na bazi programiranja prema debljinskim razredima, kao i razvrstavanje trupaca na stovarištima prema tom zahtjevu. Pozitivni efekti u proizvodnom procesu primjenom ove metode nedovoljno su signifikantni i u ovim teoretskim razmatranjima da bi se isplatilo investirati u daljnja istraživanja.

Također i ideja o programiranoj proizvodnji elemenata tvrdih listača (hrasta) koja započinje trupcom određenog promjera i kvalitete, počiva na heurističkim temeljima, budući da kvalitetu stavlja u drugi plan.

U tehnologiji izrade elemenata tvrdih listača, ne očekuju se u ovom trenutku u primarnom dijelu proizvodnje značajniji zaokreti. Promjene se svode najviše

na razna tehnička poboljšanja, koja omogućuju veću preciznost u piljenju, bolju humanizaciju rada i sl. Na stovarištima oblovine vrši se koranje i krojenje trupaca, zatim snimanje dimenzija trupaca. Na kolicima tračnih pila rade se uređaji za zakretanje trupca u najpovoljniji položaj za piljenje, pomoću laserske zrake manje energije obilježava se ravnina piljenja itd. I to su značajni doprinosi razvoju pilanske tehnologije, koja je u ovom primarnom dijelu već dostigla visoki nivo.

U ovom trenutku daleko dinamičnijim razvojem imamo u sekundarnom dijelu pilanske prerade, u tzv. doradi. Tu sve češće nailazimo na neke novitete, koji vrlo brzo nalaze primjenu u praksi.

I novi istraživački naponi usmjereni su većim dijelom na to područje. U sekundarnoj preradi (prerada piljenica) postoje značajne mogućnosti povećanja pozitivnih efekata prerade, u prvom redu u povećanju kvantitativnog i kvalitativnog iskorištenja, te povećanja produktivnosti rada. Dok smo u primarnom dijelu prerade drva s mogućnostima tehnološkog napretka došli blizu nekih konačnih vrijednosti, u sekundarnom dijelu prerade problem kao da je tek sada ozbiljnije zahvaćen. Tu dolazi do ozbiljnijih tehnoloških promjena u širem smislu, znači promjena tehnološke koncepcije.

Ovdje ćemo se osvrnuti na dvije koncepcije koje po svojoj originalnosti zaslužuju punu pažnju, iako se već vjerojatno razvijaju i druge ideje.

Prva od njih već egzistira u doradama pilana ili grubim strojnim preradama finalnih tvornica u mnogim zapadnoevropskim zemljama. Linija za preradu piljenica u elemente započinje višelisnom kružnom pilom na uzdužno raspiljivanje. Širine koje se tu rade odgovaraju širinama elemenata iz grupe proizvoda koji se radi. Tako obrađena piljenica dolazi na pilu za poprečno prerezivanje, gdje elementi dobivaju konačnu dimenziju.

Pile za poprečno prerezivanje doživjele su pravu tehnološku revoluciju. To su strojevi vođeni kompjutorom, na kojima postižemo maksimalno optimiziranu preradu.

U ovoj koncepciji zanimljiva je jedna dilema: da li je bolje prvo uzdužno raspiljivanje pa onda poprečno prerezivanje, ili obratno.

Pristalica sam ovog drugog: prvo poprečno prerezivanje pa onda uzdužno raspiljivanje, iz razloga što se na taj način postiže veće kvantitativno iskorištenje. Naime, kada se piljenica uzdužnim raspiljivanjem po cijeloj svojoj dužini svede na jednu širinu, time smo smanjili ili isključili mogućnost izrade drugih elemenata u većim ili nekim standardnim širinama za ostale sortimente, a što bi bilo moguće da smo piljenicu iskrojili na odreske ovisno o kvaliteti. To je u principu tehnologija izrade okrajčene građe.

Krojenjem piljenica prvo na dužine elemenata, omogućili smo da se svaki takav odrezak optimalno raspili po širini. Na taj način se i bjeljika maksimalno iskoristi, što nije slučaj u prvoj varijanti.

Određeni odgovor na tu dilemu mogli bi dobiti simuliranjem prerade doradnih piljenica na kompjutoru. U slučaju većih razlika po obračunu vrijednosnog iskorištenja, trebalo bi potražiti i druga rješenja.

Jedna od ideja za takvo rješenje je kombinirano piljenje: radnik na početku linije specijalnom kredom označi greške na piljenici, poslije čega ona prolazi kroz

mjernu stanicu, gdje se vrši i identifikacija označenih grešaka. Za tako snimljenu piljenicu kompjutor daje prijedlog i da li prvo ići na dužinsko ili širinsko krojenje. Poslije toga obrada teče po poznatom postupku: piljenice predložene za krojenje po dužini pa onda po širini, transportiraju se do pile za poprečno prerezivanje, i poslije nje do pile za uzdužno raspiljivanje, a one za prvo uzdužno pa zatim poprečno prerezivanje, idu drugom linijom gdje je prvi stroj pila za poprečno prerezivanje, a zatim za uzdužno raspiljivanje.

Očito je da bi za tu varijantu trebalo riješiti mnoštvo tehničkih i tehnoloških problema, i pitanje je da li bi pozitivni efekti takve prerade pokrili povećano investicijsko ulaganje, ali je varijanta, nesumljivo, interesantna, i zaslužuje daljnja istraživanja.

Ključni stroj u ovoj koncepciji tehnologije izrade drvnih elemenata je pila za poprečno prerezivanje. Većina svjetskih poznatih proizvođača pilanskih strojeva, kao na pr. Paul, Dimter, Cursal, Salvador i još neki, usavršila je ovaj stroj do zaista visokog tehnološkog stupnja. Strojevi različitih proizvođača razlikuju se mahom u nekim detaljima, dok su im osnovne karakteristike vrlo slične.

Piljenica koja dolazi na pokretne ulazne valjke, transportira se kroz mjernu stanicu (fotočelije), gdje se mjeri dužina, ali i identificiraju greške prethodno označene specijalnom kredom. Kod manjih grešaka povlači se jedna crta ispod i iza greške, a kod većih više crta, kako bi se dobila veća mogućnost izbora dužina za krojenje. Izmjereni podaci predaju se u kompjutor. Mjerenje i optimizacija vrši se prije nego stroj počne rezati. Programe optimizacije moguće je raditi s velikim brojem elemenata. Jedan model pile za poprečno prerezivanje firme „Paul“ (12 MKE) radi s maksimalno 60 dužina na jednom radnom nalogu. Ovaj program radi bez prioriteta, a prednost kod odabiranja piljenja daje se velikim dužinama. Čim broj komada postigne zadanu vrijednost, prekida se krojenje te dužine, a prednost u krojenju dobiva slijedeća najveća dužina iz programa.

Postoje i programi gdje se određuju prioriteta. Kod takvih programa mora se računati sa više otpada.

Svi ti strojevi imaju velike učinke. Pila firme „Paul“ troši za krojenje piljenice dužine 4 m na dvije piljenice po 1500 mm, i fiksne dužine 1000 mm, 55 sekundi. To znači da za 8 sati rada iskroji cca 16.000 m³ piljenica. Brzine pomaka u stroju su do 120 m/min.

Sličan stroj firme „Dimter“ troši na piljenici dužine 4 m sa 12 rezova na njoj, sveukupno 17 sekundi, što odgovara brzini od 14 m³/min.

Srce stroja čini kompjuter, koji automatski upravlja procesom prerade preko mikroprocesora. Na taj način regulira se transport piljenica, vrši pozicioniranje pile, upravlja se procesom prerezivanja, kao i daljnjim transportom obradaka.

Ti strojevi predstavljaju stvarno vrhunski domet u tehnologiji izrade drvnih elemenata.

Druga koncepcija u tehnologiji izrade drvnih elemenata nalazi se za sada u fazi eksperimentiranja, međutim, posve sigurno, to je tehnologija budućnosti. U njoj će se koristiti najsuvremeniji tehnički pronalasci ovog stoljeća: kompjuter, elektronika i laser.

Tehnologija izrade elemenata prema ovoj koncepciji je u principu vrlo jednostavna. Točnije, ona će biti jednostavna za upravljače strojeva kada se jednoga dana

krene s proizvodnjom, ali je teška sada, u fazi istraživanja i eksperimentiranja, jer treba riješiti mnoge zamršene probleme.

Doradna piljenica prolazit će kroz mjernu stanicu, gdje će se snimiti dimenzije i kvaliteta. Greške mogu biti označene specijalnom kredom, ili će ih neki elektronski uređaj „prepoznavati“ na osnovu ranije datih podataka. Elektronski računar će na osnovu radnog naloga, te upotrebljive plohe piljenice, ucrtati program rezanja, vodeći pri tome računa o prioritetima, ali i vrijednosnom iskorištenju piljenica. Ovako obrađena piljenica dolazi na pomični stol koji se kreće u smjeru osi x i y vođen CNC — uređajem. Iznad stola postavljena je fiksno, laserska glava. Pomični stol pokreće se prema programu rezanja napravljenog po kompjutoru, dok se samo „rezanje“ vrši pomoću laserske svjetlosne zrake. „Rezanje“ laserom je nekonvencionalni način piljenja, a kako se pod rezanjem podrazumjeva razdvajanje elemenata drva oštricom — čega ovdje nema, uvodimo novi termin — razdvajanje drva laserom.

Eksperimenti razdvajanja drva laserom dali su za sada ohrabrujuće rezultate, i toj metodi će trebati posvetiti više pažnje. Elementi dobiveni na ovaj način pokazali su visoki stupanj kvalitete, a postignuto je znatno veće kvalitativno i kvantitativno iskorištenje.

Vjerojatno postoje još neka razmišljanja i rješenja u vezi unapređenja tehnologije piljenih elemenata tvrdih listača. Ovdje iznijeti primjeri dio su aktualnih zbivanja i usmjerenja na tom području kod nas. U ovom trenutku smo ponešto zaostali u odnosu na ista istraživanja na tom području u svijetu. Međutim, taj zaostatak nije takav da bi nas trebao obeshrabit. Čak smo u nekim segmentima možda i u prednosti.

Zaostajat ćemo početi u času kada će predložena rješenja trebati uvesti u praksu. Tada postajemo nepovjerljivi i kolebljivi. Zar to ne potvrđuje primjer da nam je trebalo 15-tak godina da usvojimo tehnologiju izrade elemenata?

Svijet budućnosti je svijet elektronike, kompjutora i lasera. Ako opet ne želimo ostati na „repu“ zbivanja u svjetskim tehnološkim tokovima, tada trebamo više vjerovati u sebe, jer i naše mogućnosti nisu male.

Literatura

1. Butković Đ.: PRIMJENA LASERSKOG RAZDVAJANJA U TEHNOLOGIJI OBRADJE MASIVNOG DRVA.
2. Hitrec V., Brežnjak, M.: OPTIMIZACIJA PRERADE DRVA UZ PODRŠKU ELEKTRONIČKOG RAČUNALA.
3. Tomić M.: OPTIMIZACIJA KROJENJA PILJENICA UPOTREBOM ELEKTRONIČKOG RAČUNALA.

LASER I DRVO

Uvod

Laser kao uređaj sa koncentriranim snopom svjetlosti visoke energije nalazi, u sve širem spektru primjenu u proizvodnji. On je vrlo značajan faktor u vojnoj industriji sa cijelim nizom različitih mogućnosti primjene: razarajuće, komunikacijske, mjerne i dr. Nažalost stvarna mogućnost njegove primjene nije do kraja ispitana, a i poznati rezultati nisu dostupni javnosti, jer se veliki dio istraživanja kao i rezultati drže u strogoj tajnosti. Istraživanja o mogućnosti upotrebe lasera u industriji su vrlo skupa. Grane koje nisu visoko akumulativne nemaju veći interes sprovoditi takve eksperimente, osim u slučaju, potpune sigurnosti, u izrazito povoljan rezultat i ekonomsku opravdanost eventualne investicije.

Značajnija istraživanja u oblasti primjene lasera u drvnjoj industriji su sprovedena u SAD i od tamo, uglavnom, crpimo sadašnja saznanja o međusobnom utjecaju lasera i drva. Njihovi eksperimenti počinju još krajem šezdesetih godina, ali se oslanjaju samo na nekoliko istraživača odnosno na jedan ili dva instituta. To ujedno pokazuje i interes Amerikanaca za primjenu lasera u drvnjoj industriji.

Evropa također vrši istraživanja na tom području, a prva datiraju drugom polovicom sedamdesetih godina. Najčešće se spominju istraživanja sprovedena u SR Njemačkoj i Čehoslovačkoj (Bratislava). Nažalost, danas još neznamo za direktnu primjenu lasera prilikom prerade drva u svrhu razdvajanja.

Prva istraživanja razdvajanja drva laserom kod nas su izvršena u „Iskri“ u suradnji sa Zavodom za istraživanja u drvnjoj industriji Šumarskog fakulteta iz Zagreba. Nastavak je sproveden u „Prvomajskoj“ iz Labina.

Cilj istraživanja

Osnovni problem u ovom istraživanju je mogućnost razdvajanja drva laserom. Motiv je bio pokušaj izrade elemenata iz piljenica neklasičnom metodom — u odnosu na danas vazeću tehnologiju: poprečno— uzdužnim ili uzdužno—poprečnim piljenjem. Predviđeni su eksperimenti razdvajanja drva laserom pri različitim brzinama, različitim udaljenostima fokusa koncentriranog snopa svjetla od gornje površine piljenice, testirane su dvije vrste drva (hrast, jela) debljine 24 mm, analizirane su veličine karboniziranog sloja na mjestu gdje je drvo razdvajano i testirana je točnost tako izrađenih elemenata.

Princip rada lasera

LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation — pojačanje svjetla stimuliranom emisijom radijacije) je skraćena i označava način rada sa izvorom energije u obliku svjetla. To je uređaj električno—optički u kojem se pretvara električna u elektro-

magnetsku energiju. Krajnjom interakcijom sa materijalom za obradu stvara se toplinska energije. Temeljni dio lasera je komora u kojoj se stvara laserski snop koncentriranog svjetla u usku zraku i taj se dio naziva rezonator. On je ispunjen laserskom tvari koja omogućuje laserski proces kad se uključi energija za njegovo aktiviranje. Postoji više vrsta laserskih tvari pa se prema tome i razlikuju tipovi lasera: kemijski, laser sa krutom tvari i plinski laser. U primjeni za industrijske potrebe je najrašireniji plinski laser i to na bazi ugljičnog dioksida (CO_2 — laser). U tom tipu lasera, najčešći mediji u rezonatoru mješavina su CO_2 , dušika i helija, gdje je CO_2 osnovni medij, dušik (N_2) pospješuje djelotvornost ekscitacije (pobude) a helij (He) se koristi za potrebe hlađenja.

Proces stvaranja laserskog snopa počinje kod CO_2 molekule, koja se nalazi u metastabilnom stanju (stanje u kojem je energija molekule na određenoj diskretnoj energetskej razini višoj od normalne). One (CO_2) emitiraju fotone (osnovna čestica svjetla), i prelaze u stabilno stanje. Ovako emitirani foton putuje do druge ekscitirane molekule i uvjetuje da ona emitira još jedan foton i sa time molekula CO_2 prelazi u osnovno stanje. To je proces **stimulirane emisije**. Stimuliranom emisijom proizvedeni par fotona je koherentan i na istoj valnoj dužini.

Nakon pobude fotoni se emitiraju u svim smjerovima i pobuđuju druge fotone. S obzirom da se u rezonatoru nalaze ogledala, dolazi refleksijom do usmjerenja fotona (svjetla), koji su paralelni sa optičkom osi i iniciraju učinak pojačanja svjetla stimuliranom emisijom, sa čime se na kraju uspostavlja „laser proces“.

Kod CO_2 lasera se razlikuju dvije konstrukcije: longitudinalni i transverzalni tipovi lasera. Manju primjenu u industriji ima longitudinalna konstrukcija zbog manje izlazne snage, dok se transverzalni koriste za proces gdje je potrebna veća izlazna snaga. Laser sa transverzalnim protokom označava da plin za ekscitaciju kruži okomito na optičku os i smjer električnog pražnjenja, što omogućuje minimalno zadržavanje laserskog plina u prostoru pražnjenja, odnosno u području optičke osi. To je preduvjet za stvaranje visoke gustoće energije i snage po jedinici dužine laserske komore.

Ovaj laser može raditi u kontinuiranom i impulsnom režimu. Kontinuiranim laserom se mogu vršiti operacije zavarivanja, spajanja i **rezanja** (što je za nas interesantno). Laserski plinski medij za ovaj tip je CO_2 , He i N_2 u odnosu 5 : 1 : 1. On se ekscitira konstantnim visokonaponskim izvorom priključenim na elektrodu u laserskoj komori za pražnjenje čiji je rezultat kontinuirani izlaz energije. Izlazne snage sa ovim tipom lasera mogu biti i do 20 kW.

Metoda rada

Izabrane su dvije karakteristične vrste drva: meko (jela) i tvrdo (hrast). Testiranje je izvršeno na piljeni-

cama debljine 24 mm. Vlažnost ispitnog materijala je bila: sirovo stanje i prosušeno stanje ($v = 10\%$).

1.) Prvo su ispitane mogućnosti razdvajanja različitim brzinama koje su se kretale od 0,5 do 2,25 m/min rastući po 25%. Razdvajanje je vršeno na piljenicama tangentne i radijalne teksture u tri osnovna smjera:

a) longitudinalno (uzduž vlakana)

b) poprečno na vlakna (90°) i

c) pod kutem (kut smjera razdvajanja u odnosu na smjer vlakana je bio 45°).

Fokus zrake kojima je ispitivanje obavljeno su bili ispod gornje površine drva kako slijedi: 1 mm, 3 mm i 7 mm.

2.) Mjerena je maksimalna i minimalna veličina spaljenog dijela između razdvojenih površina zbog izračunavanja tzv. „propiljka“.

3.) Nakon ovako sprovedenog istraživanja su izrađeni elementi dimenzije 50x150x25 mm radi testiranja točnosti dimenzije.

Dimenzije 50 mm i 150 mm su predviđene kao teoretske, tj. nije uzeta u obzir nadmjera na spaljeni dio s obzirom da nije bila poznata točna širina „propiljka“. Tako dobijeni elementi su testirani samo na točnost obrade: da li postoje bitne razlike u dimenzijama prilikom izrade, jer je pomični stol vođen CNC uređajem, a njegova točnost pomicanja se vodi na 0,001 mm.

4.) Iz proba koje su dobivene kod razdvajanja sa laserom su izrađeni anatomski preparati. Korišteni su za ispitivanje dubine prodiranja karboniziranog sloja i eventualne deformacije koje bi se mogle pojaviti uz dio laserom razdvojene površine.

U istraživanjima je sprovedeno mjerenje utroška energije zbog analize i komparacije sa klasičnom tehnologijom. No taj dio istraživanja, predmet je drugog rada, pa ovdje neće biti obrađen.

Sprovedeno istraživanje je obavljeno sa laserom teoretske ulazne snage 1500 W, dok je stvarne iznosila oko 1460 W.

Rezultati istraživanja

Rezultati koji su dobijeni biti će promatrani prema opisu iz „Metode rada“. Nije uočena razlika u razdvajanju u odnosu na brzinu za radijalne i tangentne piljenice.

1.1. Hrast

potpuno razdvajanje

a) razdvajanje u longitudinalnom smjeru

- fokus 1 mm 0,5 m/min
- fokus 3 mm 0,75 m/min
- fokus 7 mm 0,75 m/min

b) razdvajanje u smjeru okomito na vlakna

- fokus 1 mm 0,5 m/min
- fokus 3 mm 1,0 m/min
- fokus 7 mm 1,0 m/min

c) razdvajanje pod kutem 45° u odnosu na smjer vlakana

- fokus 1 mm 0,5 m/min
- fokus 3 mm 0,75 m/min
- fokus 7 mm 1,0 m/min

1.2 Jela

potpuno razdvajanje

a) razdvajanje u longitudinalnom smjeru

- fokus 1 mm 1,75 m/min
- fokus 3 mm 1,75 m/min
- fokus 7 mm 1,75 m/min

b) razdvajanje u smjeru okomito na vlakna

- fokus 1 mm 1,75 m/min
- fokus 3 mm 1,75 m/min
- fokus 7 mm 1,5 m/min

c) razdvajanje pod kutem 45° u odnosu na smjer vlakana

- fokus 1 mm 1,75 m/min
- fokus 3 mm 1,50 m/min
- fokus 7 mm 1,25 m/min

2. Pri navedenim brzinama, kod kojih su površine bile potpuno razdvojene, minimalne širine (mjesto gdje se nalazi fokus) i maksimalna širina „propiljka“ (mjesto na ulazu zrake u drvo) su prikazane u tabeli 1, a mjerenje je obavljeno na mjestima prema slici 1.

Slika 1

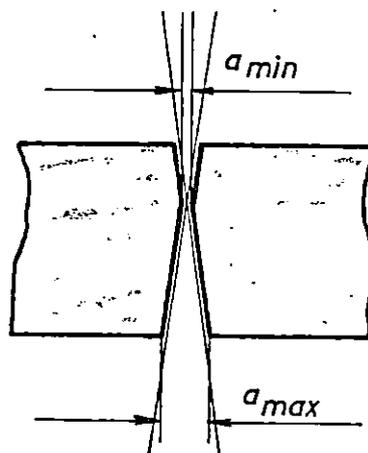
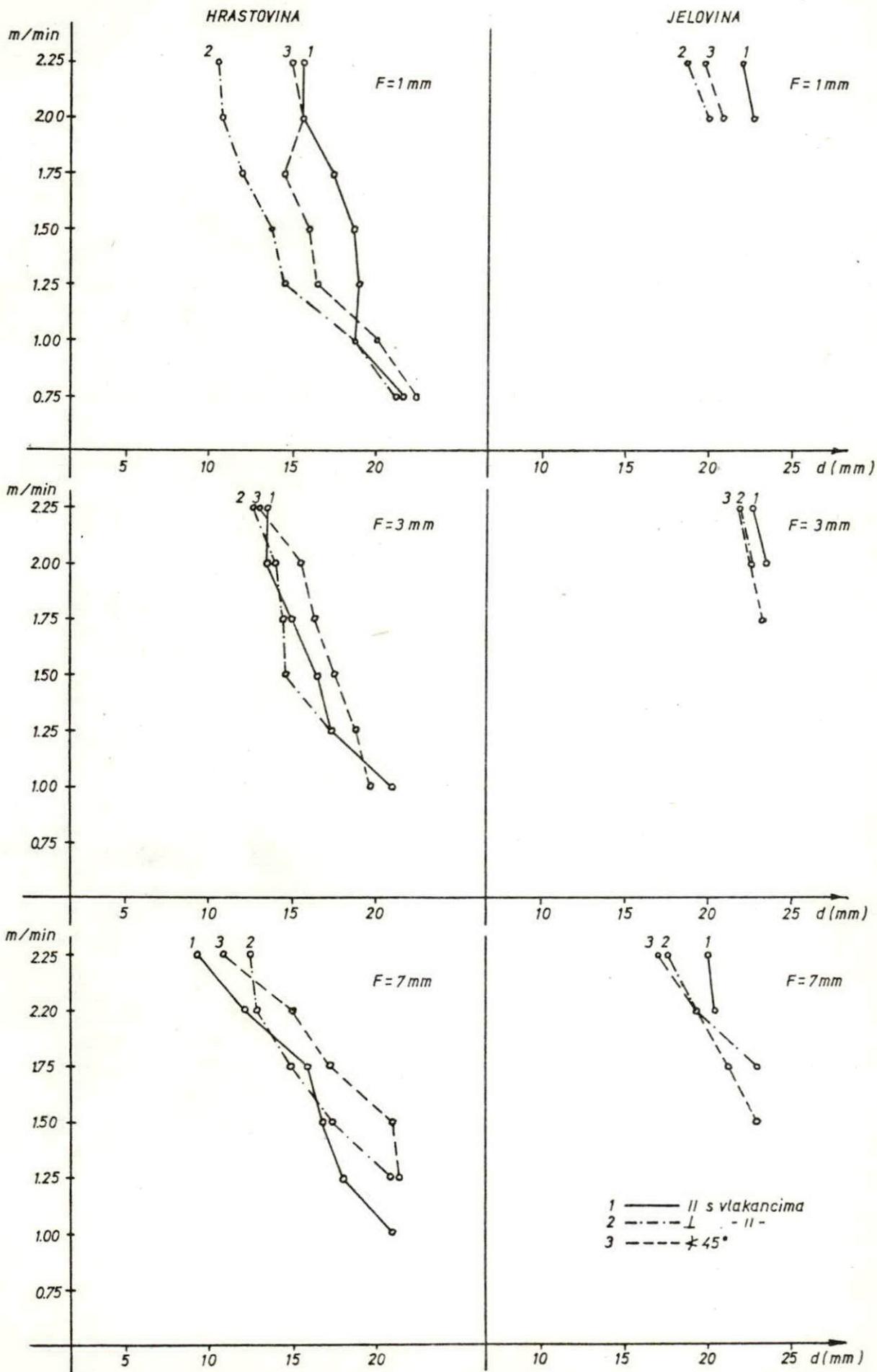
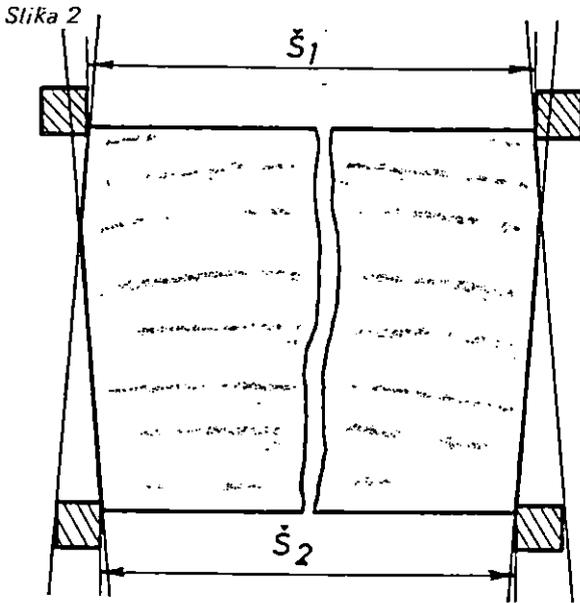


Tabela 1. – Minimalne i maksimalne širine „propiljka“

Vrsta drva	a_{min}			a_{max}		
	F=1mm	F=3mm	F=7mm	F=1mm	F=3mm	F=7mm
Hrast	0,7	0,7	0,7	1,7	2,2	2,6
Jela	0,7	0,6	0,6	2,1	1,7	1,6



Grafikoni 1 do 3 prikazuju dubine prodiranja laserske zrake za različite brzine razdvajanja



Mjerenje širine elementa je obavljeno na gornjoj i donjoj površini. Dimenzija b_1 predstavlja mjesto gdje je laserska zraka ušla u drvo, a b_2 gdje je izašla. Testiranje dimenzija, posebno na ulaznom i posebno na izlaznom dijelu, ne pokazuje signifikantne razlike. Signifikantnost se uočava ako se obje dimenzije međusobno uspoređuju.

4. Na anatomskim probama, izrađenim od dijela drva koje je razdvojeno laserskom zrakom, pomoću mjernog mikroskopa je određena veličina spaljenog dijela, zadržanog uz rub neoštećenog drva. Uočavaju se različite debljine pougljenjenog sloja što ovisi o vrsti i različitoj volumnoj masi ranog i kasnog drva. Veličine pougljenjenog sloja po vrstama drva su slijedeće:

	minimalno	srednje	maksimalno
Hrast			
– rano drvo:	0,03 mm	0,05 mm	0,09 mm
– kasno drvo:	0,02 mm	0,04 mm	0,07 mm
Jela			
– rano drvo:	0,02 mm	0,05 mm	0,08 mm
– kasno drvo:	0,015 mm	0,03 mm	0,05 mm

Diskusija i zaključak

Iz prikazanog istraživanja za iznalaženje mogućnosti razdvajanja drva laserom, uočljivo je, da takve mogućnosti postoje. Ispitivanje je obavljeno na dvije različite vrste drva i pod različitim uvjetima (mijenjane su dubine fokusa ispod gornje površine).

Generalno se može reći da brzina kojom se može piljenica hrasta od 25 mm debljine razdvojiti u ovim uvjetima dosežu do 1 m/min. Kod jelovine 25 mm debljine može se koristiti brzina i od 2 m/min.

Gubitak drvene mase zbog izgaranja, u odnosu na klasičan način, je znatno manji jer je propiljak puno veći kod pile nego ispaljenog dijela drva.

Točnost dimenzije izrađenih elemenata je veća laserskom izradom nego pilom. Testiranje točnosti dimenzija samo na jednoj površini (gornjoj – ulazna strana zrake ili donjoj površini – izlazna strana zrake) ne pokazuje signifikantnost. Kod totalnog varijabiliteta raz-

like su signifikantne, što je i logično, s obzirom na način prodiranja laserske zrake kroz drvo.

Dio spaljene površine je vrlo tanak i moguće ga je odstraniti klasičnim alatima (blanjanje, brušenje).

Dubina prodiranja odnosno potpuno razdvajanje je u direktnoj ovisnosti o brzini pomicanja materijala. Veća brzina uzrokuje slabije prodiranje zrake u drvo, dok sporije pomicanje stvara mogućnost obilnijeg izgaranja drva. Umješnost je pronaći optimalnu brzinu pomaka drva kod koje će doći do potpunog razdvajanja, a najmanjeg izgaranja.

Ako se uz laser ugradi i uređaj za detektiranje grešaka u piljenicama postoje mogućnosti povećanja kvantitativnog, a što je još važnije i kvalitativnog iskorišćenja.

Problem produktivnosti nije istraživani i tu će predstojeti još dosta rada na eventualnoj mogućnosti povećanja brzine razdvajanja što je znatno manje od klasičnog načina piljenja.

Potrebno je naglasiti da se prilikom obrade drva laserom, javlja određena količina dima, prilikom izgaranja drvene tvari, koju treba odstraniti iz prostorije u kojoj se radi.

Literatura

1. G A B O V I Č, M.: Vplyv vlhkosti dreva na kvalitu povrchu pri rezani laserom, Bratislava.
2. H U B E R, A. H.; M c M I L L I N, C. W.; R A S H E R, A.: Economics of cutting wood parts with a laser under optical image analyzer control, 32(3):16-21 For. Prod. J.
3. J U R I Š I Č, A.: Laser i njegova primjena u industriji, Zavarivanje 26(1983)6, 325-330.
4. K L O B E T Z O V A, T.: Vplyv laseroveho obrabania na niektore fyzikalne a mechanické vlastnosti dreva a drevnych materialov, Bratislava.
5. M A T U Š E K, I.; K I R A L Y, E.: Automatizované systémy riadenia laserových obrabacích zariadení, Drevo 37 (1982)9
6. M c M I L L I N, C. W.; H U B E R, H. A.: Gluebond strength of laser cut wood, For. Prod. J. 35(1):23-25.
7. M I Š I G A, S.: Vplyv laseroveho ožiarenia dreva na jeho prirodzenú odolnosť voči drevokazným hubám, Bratislava.
8. N E M E C, L.: Perspektivy využitia laserov v nabytkarskom priemysle, Bratislava
9. N E Č E S A N Y, V.: Interakcia laseroveho žiarenia s drevnou hmotou, Bratislava.
10. N E V I L L E, C. W.: Laser cutting of wood.
11. O R E C H, J.: Možnosti využitia laserovej techniky v drevopriemysle, DREVO, 41(1986)5.
12. O R E C H, T.: Perspektivy využitia lasera pri spracovaní materialov na baze dreva, Drevo 37(1982)2.
13. O R E C H, T.; K L E S K E N O V A, M.: Niekoľko poznatkov z výskumu obrabania dreva laserom, Drevarsky výskum, 23(1978)1.
14. P A V L I N Y O V A, E.; O R E C H, T.; K L E S K E N O V A, M.; S A K A L, L.; S A R K A, K.: Objektívne hodnotenie zmien s farbenia rezných ploch drevín a drevných materialov po opracovaní laserom, Drevarsky výskum 25(1980)1.

Dr. Vlado Golja, dipl. ing. stroj.
Šumarski fakultet – Zagreb

ENERGETSKI NORMATIVI I UČIN PRI REZANJU DRVA LASEROM

1. Uvod

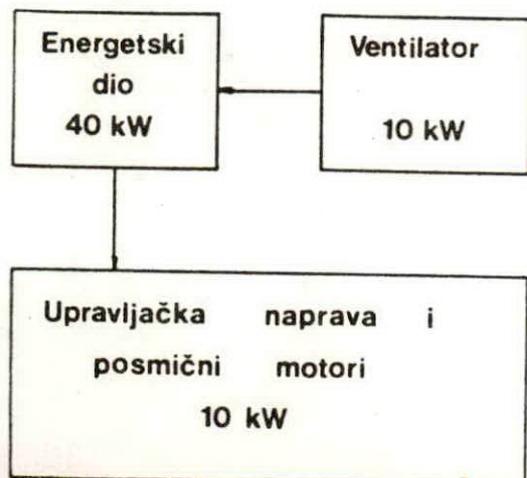
Troškovi materijala su iz dana u dan sve viši, pa je njihovo učešće na cijenu koštanja proizvoda sve značajnije. S druge strane sve više osjećamo nedostatak sirovina. Sve to ukazuje na potrebu racionalnijem pristupu korištenja raspoloživih količina materijala. Sigurno je da i drvna industrija ima jednake probleme. Stoga se i u drvnj industriji vrše razna istraživanja primjene novih tehnologija u zamjenu za konvencionalne tehnologije. Cilj tih istraživanja je povećanje iskorištenja materijala, a samim time smanjenje troškova po jedinici proizvoda.

U drvnj industriji se veliki gubici materijala, kao što je poznato, pojavljuju pri krojenju ploča i piljenica u elemente čije su konture krivolinijskog oblika. U nizu pokušaja da se pronađe tehnologija koja će povećati iskoristivost materijala u fazi krojenja u elemente, eksperimentira se i s jednim od najkrupnijih otkrića šeste decenije našeg stoljeća – LASEROM. Istraživanja rezanja drva LASEROM se provode i u ZIDI-u (Zavodu za istraživanja u drvnj industriji) Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Dio tih istraživanja biti će opisan u daljnjem tekstu.

Da bi se mogla dati ocjena valjanosti pojedine tehnologije, treba istu cjelovito obraditi. Nije nam namjera da to učinimo u ovom radu. Želimo samo ukazati na jednu stranu problema: na energetske normative rezanja LASEROM, učine koji se pri tome ostvaruju te specifične energetske normative.

2. Energetska shema lasera LAD 1500

Istraživanja su obavljena na prototipu LAS 1500, proizvođača „Prvomajska“ – Raša. Shematski prikaz LASERA dat je na slici 1. Energetski dio čiji je zadatak da osigura pojavu pojačanih elektromagnetskih oscilacija pomoću prinudnog inducirano zračenja, ima instaliranu snagu od 40 kW. Maksimalna izlazna snaga iz



Slika 1. Shematski prikaz LASERA LAS 1500.

energetskog dijela je 1500 W. Energetski dio se hladi sistemom za hlađenje u sklopu kojeg se nalazi i ventilator instalirane snage 10 kW. Laserska zraka se usmjeruje na radni stol pokretan u jednom smjeru posmičnim motorom. Pomak u drugom smjeru vrši sama sapnica i laserska zraka pomoću drugog posmičnog motora. Upravljanje posmičnim motorima vrši se pomoću upravljačke naprave. Ukupna snaga posmičnih motora i upravljačke naprave je 10 kW.

3. Plan mjerenja

Mjerenjima se željelo zadovoljiti slijedeće ciljeve:

- snimiti snagu energetskog dijela na ulazu i izlazu te ustanoviti iskoristivost tog dijela stroja,

- ustanoviti snagu koju troši sistem za hlađenje,
- izmjeriti snagu koja odlazi na upravljački dio i na motore za posmično kretanje,

- izmjeriti ukupnu snagu koju LASER troši pri radu,

- izmjeriti učine stroja na dva različita materijala (jelovina i hrastovina) te izračunati specifične energetske normative.

Konačni cilj je bio usporedba ustanovljenih energetske normative s energetske normative konvencionalne tehnologije.

4. Rezultati mjerenja

a) Energetski dio

U cilju ustanovljavanja iskoristivosti energetskog dijela vršena su usporedna mjerenja snage na ulazu i na izlazu iz energetskog dijela. Rezultati mjerenja su dati u tablici 1. Na osnovu izmjerenih vrijednosti izračunate su iskoristivosti za različite nivoe snage na izlazu.

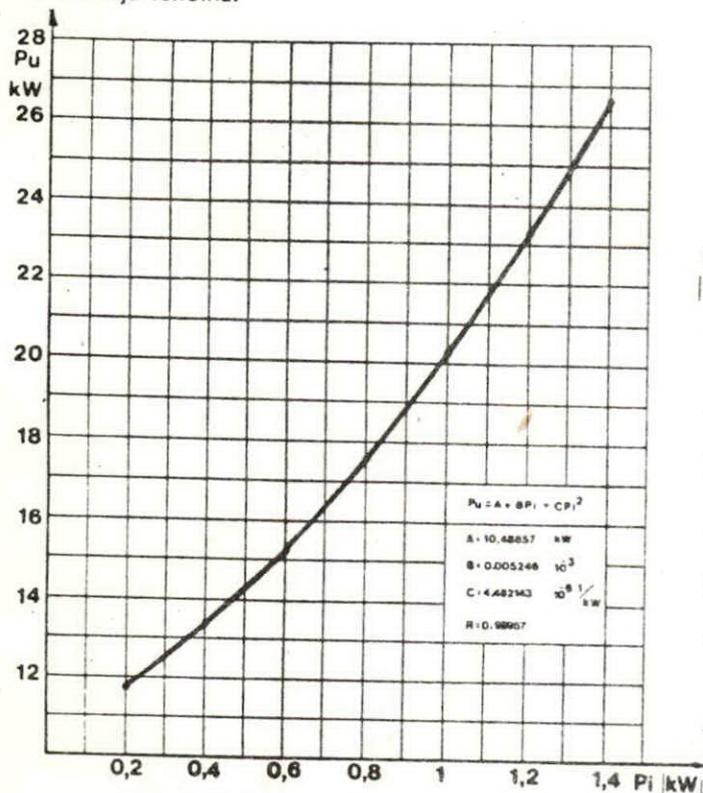
Mjerenje broj	Izlazna snaga kW	Ulazna snaga kW	η
1	200	11,67	0,017
2	400	13,34	0,029
3	600	15,27	0,039
4	800	17,67	0,045
5	1000	20,10	0,0497
6	1200	23,15	0,0518
7	1400	26,70	0,0524
8	0	11,00	

Tablica 1. Rezultati mjerenja energetskog dijela LASERA

Vrijednosti su date u zadnjoj koloni tablice 1. Već na

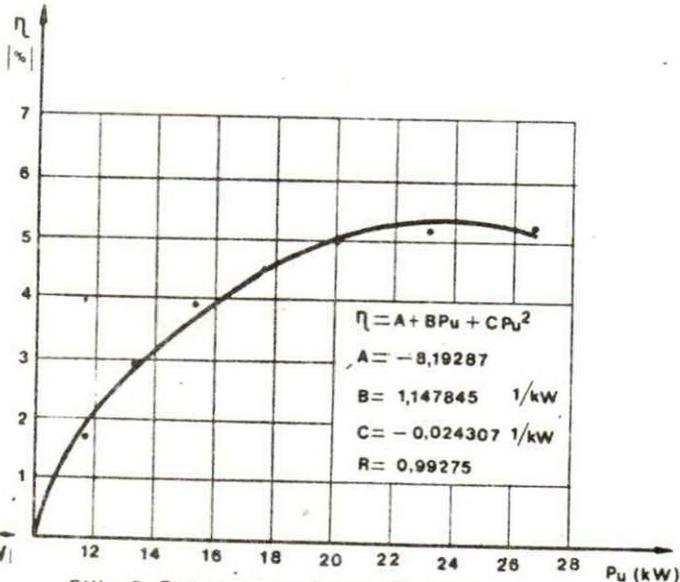
prvi pogled na vrijednosti iskoristivosti ukazuje na to da je izlazna energija veoma „skupog“ oblika.

Ovisnost ulazne i izlazne snage veoma dobro opisuje polinom drugog reda prikazan na slici 2. Indeks regresije iznosi 0,99987, što ukazuje na funkcijsku ovisnost ovih dviju veličina.

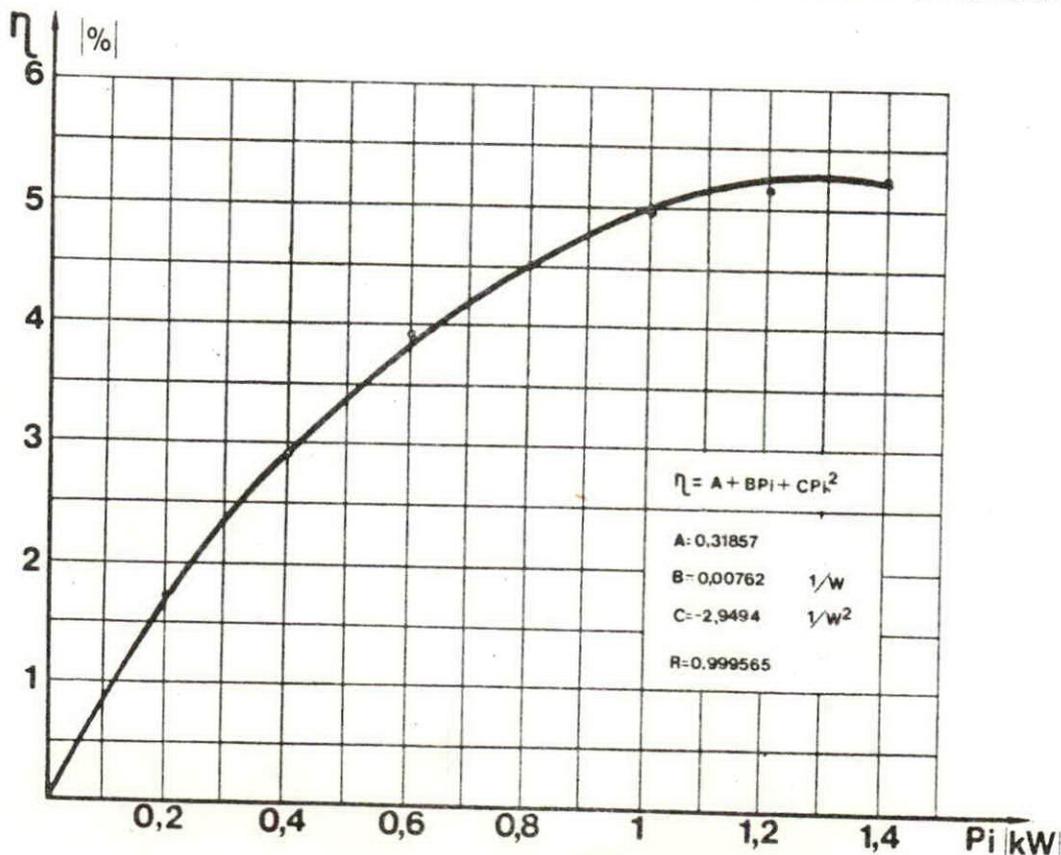


Slika 2. Ovisnost ulazne i izlazne snage.

Isto tako je izračunata ovisnost između iskoristivosti i ulazne snage te ovisnost između iskoristivosti i izlazne snage. Obje ovisnosti su dobivene regresijskim izjednačavanjem polinomom drugog stupnja. Dobivene su visoke vrijednosti indeksa regresije; 0,99275 za $\eta = f(P_u)$, te 0,999565 za $\eta = f(P_i)$. Maksimalna iskoristivost pretvorbe energije kod spomenutog uređaja je postignuta kod približno 24 kW ulazne snage, odnosno 1,25 kW izlazne snage. Navedena izjednačenja su prikazana na slici 3 i slici 4. Maksimalno ustanovljena iskoristivost energetskog dijela iznosi svega 5,3%, što je, uzimajući u obzir i to da je već energija na ulazu skupog i „rafiniranog oblika“ izuzetno loš pretvorbeni postupak.



Slika 3. Ovisnost iskoristivosti i ulazne snage.



Slika 4. Ovisnost iskoristivosti i izlazne snage.

b) Sistem za hlađenje

Isključiva namjena ventilatora je pospješivanje hlađenja energetskog dijela. U toku rada energetskog dijela uključen je i sistem za hlađenje, pri čemu troši približno 9,5 kW.

c) Upravljačka naprava i posmični motori

Pri samom rezanju radilo se s veoma malim posmičnim brzinama. Pri većim posmičnim brzinama izlazna energija nije bila dostatna za probijanje materijala po čitavoj visini reza. Stoga se i snaga za posmično kretanje razmatra samo za niže vrijednosti posmičnih brzina. Imajući na umu da je snaga jednaka umnošku sile i brzine, to je samo po sebi razumljivo da su posmični motori

Fokus 1 mm

Red. br.	Smjer rezanja	Brzina pomaka m/min	Dubina prodiranja mm	Satni učin m ² /h	Ukupna snaga na ulazu kW	Izlazna snaga kW	Spec. en. kWh/m ²	
							Bruto	Netto
1	⊕	1.75	24	2.52	~ 37	1.46	14.68	0.58
2	⊕	2.0	20	2.4	- -	1.46	15.41	0.61
3	⊕	2.25	18.5	2.49	- -	1.47	14.86	0.59
4	⊕ 45°	1.75	24	2.52	- -	1.45	14.68	0.57
5	⊕ 45°	2.0	20.8	2.5	- -	1.45	14.8	0.58
6	⊕ 45°	2.25	19.95	2.69	- -	1.45	13.75	0.54
7		1.75	24	2.52	- -	1.46	14.68	0.58
8		2.0	22.5	2.7	- -	1.46	13.7	0.54
9		2.25	22	2.97	- -	1.46	12.45	0.49

Fokus 3 mm

1	⊕	1.75	24	2.52	~ 37	1.45	14.68	0.57
2	⊕	2.0	22.6	2.71	- -	1.45	13.65	0.53
3	⊕	2.25	22	2.97	- -	1.45	12.45	0.49
4	⊕ 45°	1.75	23.3	2.45	- -	1.44	15.1	0.59
5	⊕ 45°	2.0	22.6	2.71	- -	1.45	13.65	0.53
6	⊕ 45°	2.25	22	2.97	- -	1.45	12.46	0.49
7		1.75	22	2.52	- -	1.44	14.68	0.57
8		2.0	23.5	2.82	- -	1.44	13.12	0.51
9		2.25	22.6	3.05	- -	1.44	12.13	0.47

Fokus 7 mm

1	⊕	1.75	23.1	2.42	~ 37	1.45	15.22	0.60
2	⊕	2	19.5	2.34	- -	1.45	15.81	0.62
3	⊕	2.25	17.65	2.33	- -	1.45	15.55	0.61
4	⊕ 45°	1.5	23	2.07	- -	1.45	17.87	0.70
5	⊕ 45°	1.75	21.3	2.24	- -	1.45	16.52	0.65
6	⊕ 45°	2	19.4	2.33	- -	1.45	15.88	0.62
7	⊕ 45°	2.25	17.1	2.31	- -	1.45	16.02	0.63
8		1.75	24	2.52	- -	1.46	14.68	0.57
9		2	20.5	2.46	- -	1.46	15.04	0.59
10		2.25	20	2.7	- -	1.46	13.7	0.54

trošili veoma malu snagu. Svladavana je samo mala sila trenja na vodilicama malom brzinom. Ukupna snaga koju su trošili upravljačka naprava i posmični motori iznosila je približno 0,8 kW.

Ukupna snaga koju je LASER trošio pri rezanju iznosi približno 37 kW i ta će se vrijednost koristiti pri izračunavanju bruto energetskih normativa.

d) Rezultati mjerenja pri rezanju jelovine

Uvjeti rezanja:

- materijal: jelovina (blistača)

- debljina piljenice: 24 mm

- vlaga: 10-12%

- plin: N₂ + 10% O₂, pritisak 1 bar

- fokus je variran na dubinu 1,3 i 7 mm dubine.

Rezultati svih mjerenja pokazani su u tablici 2.

Tablica 2. Rezultati mjerenja pri rezanju jelovine.

Na osnovu dobivenih rezultata možemo zaključiti slijedeće:

– ne može se ustanoviti bitna razlika između smjerna rezanja (rezano je uzdužno, poprečno i pod kutem od 45° s obzirom na smjer vlakana). Bitna razlika se ne primjećuje ni kod učina ni kod energetske normativne,

– variranje visine fokusa ne utječe na dubinu prodiranja bitno,

– energetski normativi netto su veoma visoki,
– energetski normativi bruto su neusporedivo viši u odnosu na konvencionalno rezanje.

Usporedbe radi navedimo samo slijedeći primjer. Pri piljenju mekog drva kružnom pilom potpuno oštih reznih bridova, promjera 180 mm, broj zubi 30, uz posmičnu brzinu od 18 m/min može se lako izračunati da bi za navedenu visinu reza bila potrebna snaga rezanja od 1,46 kW. U istim uvjetima bio bi postignut učin od $25,9 \text{ m}^2/\text{h}$. To znači da bi specifična energija netto iznosila $0,056 \text{ kWh/m}^2$, a specifična energija bruto približno $0,09 \text{ kWh/m}^2$. Ako sada uzmemo najpovoljnije slučajeve rezanja LASEROM možemo vidjeti slijedeće:

– specifična energija rezanja netto oko 8 puta je veća nego li pri konvencionalnoj tehnologiji;

– specifična energija bruto je približno 130 puta veća od iste veličine kod konvencionalnog rezanja,
– učin LASEROM je pri tom približno 10 puta manji od učina kružne pile.

Primjera radi, nije teško izračunati da bi za jedan sat rada kružne pile LASER trebao 10 sati, pri čemu bi utrošio oko 320 kWh električne energije više nego li kružna pila (kružna pila za isti učin utroši ca. 2,3 kWh). Uz cijenu od 40 din/kWh možemo lako izračunati

da bi samo uslijed većeg utroška energije LASER opteretio jedinicu površine reza s dodatnih 494 din/m². Za učin 1 sata rada kružne pile utrošio bi LASER ca. 12900 din. el. energije. (Svi proračuni su izvedeni na osnovu literaturnih podataka. Pritom treba napomenuti i to da su svi podaci provjeravani u više izvora).

e) Rezultati mjerenja pri rezanju hrastovine

Uvjeti rezanja:

– materijal: hrastovina blistača

– debljina piljenice: 24 mm

– vlaga 8%

– plin N₂ + 10% O₂, pritisak 1 bar

– fokus variran na 3 i 7 mm dubine.

Rezultati mjerenja za uzdužni rez su prikazani u tablici 3. Na osnovu rezultata mjerenja možemo zaključiti:

– maksimalna brzina pomaka kod koje dolazi do probijanja materijala je 0,75 m/min

– maksimalni učin je $1,08 \text{ m}^2/\text{h}$

– specifična energija rezanja netto pritom je $1,34 \text{ kWh/m}^2$

– specifična energija rezanja bruto je pritom bila $34,26 \text{ kWh/m}^2$

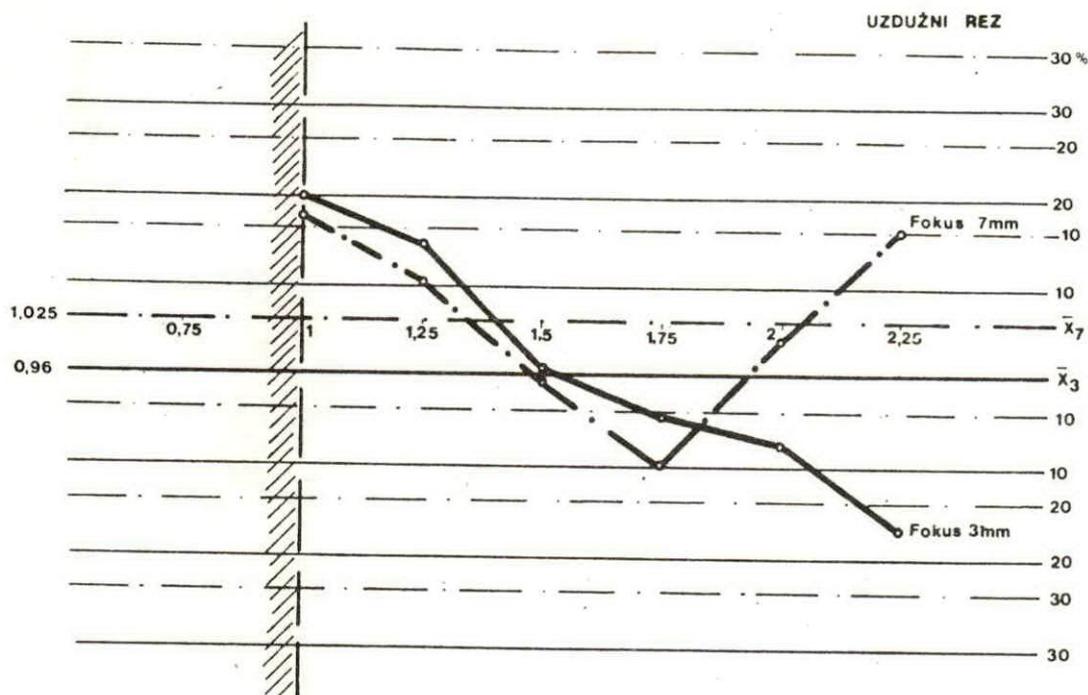
Budući da je kod većih posmičnih brzina laserska zraka probijala samo do izvjesne dubine, to nam je omogućilo da ispitamo ovisnost između specifične energije netto i posmične brzine. Budući da je izlazna snaga bila konstantna, očekivali smo da bi specifična energija rezanja trebala biti konstantna.

Fokus 7 mm

UZDUŽNI REZ

Red. br	Brzina pomaka n/min	Debljina prodiranja mm	Satni učin m ² /h	Ukupna ulazna snaga kW	Izlazna snaga kW	Specif. energ. kWh/m ²	
						Bruto	Netto
1	0.5	24	0.72	~ 37	1.45	51.39	2.01
2	0.75	24	1.08	— —	— —	34.26	1.34
3	1.0	21	1.27	— —	— —	29.13	1.14
4	1.25	18	1.36	— —	— —	27.21	1.07
5	1.5	17	1.53	— —	— —	24.18	0.95
6	1.75	16	1.68	— —	— —	22.02	0.86
7	2.0	12	1.45	— —	— —	25.52	1.00
8	2.25	9	1.28	— —	— —	28.91	1.13
						26.16	1.025
Fokus 3 mm							
1	0.5	24	0.72	~ 37	1.45	51.39	2.01
2	0.75	24	1.08	— —	— —	34.26	1.34
3	1.0	21	1.26	— —	— —	29.37	1.15
4	1.25	17	1.32	— —	— —	28.03	1.10
5	1.5	16	1.49	— —	— —	24.83	0.97
6	1.75	15	1.57	— —	— —	23.57	0.92
7	2.0	13	1.63	— —	— —	22.70	0.89
8	2.25	13	1.82	— —	— —	20.33	0.80
						24.80	0.96

Tablica 3. Rezultati mjerenja pri rezanju hrastovine u uzdužnom rezu.



Slika 5. Postotno odstupanje specifične energije rezanja netto u zavisnosti o posmičnoj brzini pri uzdužnom rezu.

Na slici 5. su prikazana postotna odstupanja specifičnih energija u odnosu na srednju vrijednost. Odstupanja se kreću unutar $\pm 20\%$. Ovakva velika odstupanja objašnjavamo nemogućnošću pravilnog mjerenja dubine prodiranja, kao i nedovoljnim brojem mjernih točaka.

Za poprečni rez su rezultati dati u tablici 4. Na osnovu rezultata mjerenja možemo zaključiti:

– maksimalna posmična brzina je 1 m/min

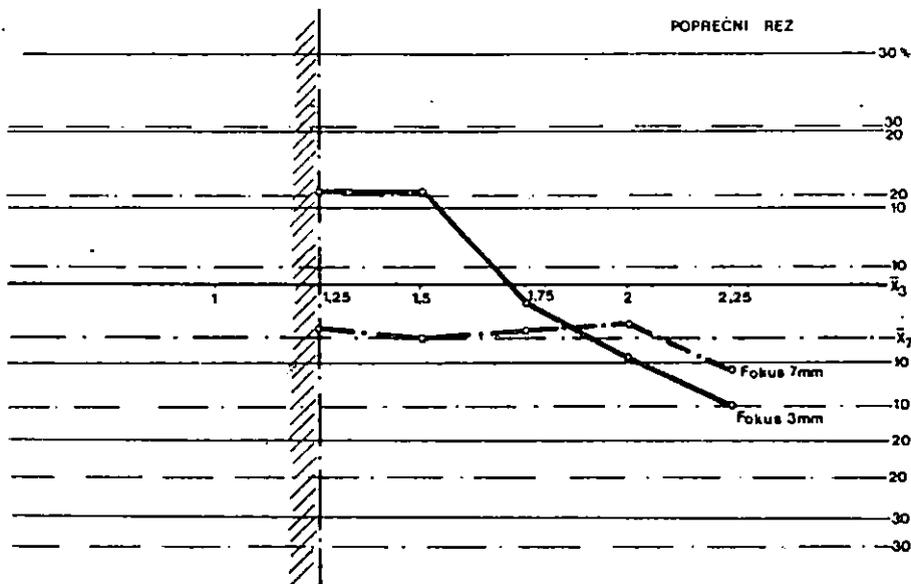
– specifična energija rezanja netto pri toj brzini je $1,01 \text{ kWh/m}^2$

– specifična energija rezanja bruto pri istoj brzini je $25,69 \text{ kWh/m}^2$.

Isto objašnjenje koje smo već naveli za sliku 5. vrijedi i za sliku 6, s tom razlikom što se slika 6 odnosi na rezultate mjerenja pri poprečnom rezu.

Fokus 7 mm						POPREČNI REZ		
Red. br	Brzina pomaka m/min	Debljina prodiranja mm	Satni učin m^2/h	Ukupna ulazna snaga kW	Izlazna snaga kW	Specif. energ. kWh/m^2		
						Bruto	Netto	
1	0.5	24	0.72	~ 37	1.45	51.39	2.01	
2	0.75	24	1.08	— —	1.46	34.26	1.34	
3	1.0	24	1.44	— —	1.46	25.69	1.01	
4	1.25	21.0	1.575	— —	1.45	23.49	0.92	
5	1.5	17.65	1.59	— —	1.45	23.27	0.91	
6	1.75	15	1.575	— —	1.45	23.49	0.92	
7	2.0	12.95	1.55	— —	1.45	23.87	0.93	
8	2.25	12.4	1.67	— —	1.46	22.16	0.87	
						1.59	23.26	0.91
Fokus 3mm								
1	0.5	24	0.72	~ 37	1.45	51.39	2.01	
2	0.75	24	1.08	— —	— —	34.26	1.34	
3	1.0	24	1.44	— —	— —	25.69	1.01	
4	1.25	17.5	1.32	— —	— —	28.03	1.10	
5	1.5	14.7	1.32	— —	— —	28.03	1.10	
6	1.75	14.35	1.51	— —	— —	24.5	0.96	
7	2.0	13.5	1.62	— —	— —	22.84	0.89	
8	2.25	12.9	1.74	— —	1.46	21.26	0.83	
						1.5	24.93	0.98

Tablica 4. Rezultati mjerenja pri rezanju hrastovine u poprečnom rezu.



Slika 6. Postotno odstupanje specifične energije rezanja netto u zavisnosti o posmičnoj brzini pri poprečnom rezu.

Pri rezanju u smjeru 45° u odnosu na smjer vlakana, dobiveni su rezultati koji su prikazani u tablici 5. Na osnovu rezultata mjerenja možemo zaključiti slijedeće:

- maksimalna brzina pomaka iznosi 1 m/min za fokus 7 mm, odnosno 0,75 mm za fokus 3 mm,
- maksimalni učin je $1,44 \text{ m}^2/\text{h}$ za fokus 7 mm odnosno, $1,08 \text{ m}^2/\text{h}$ za fokus 3 mm,
- specifična energija rezanja bruto je iznosila 25,69 kWh odnosno $34,26 \text{ kWh}/\text{m}^2$.

Za sliku 7 vrijedi već ranije dato objašnjenje uz sliku

5.

Na osnovu gore iznesenih rezultata možemo zaključiti:

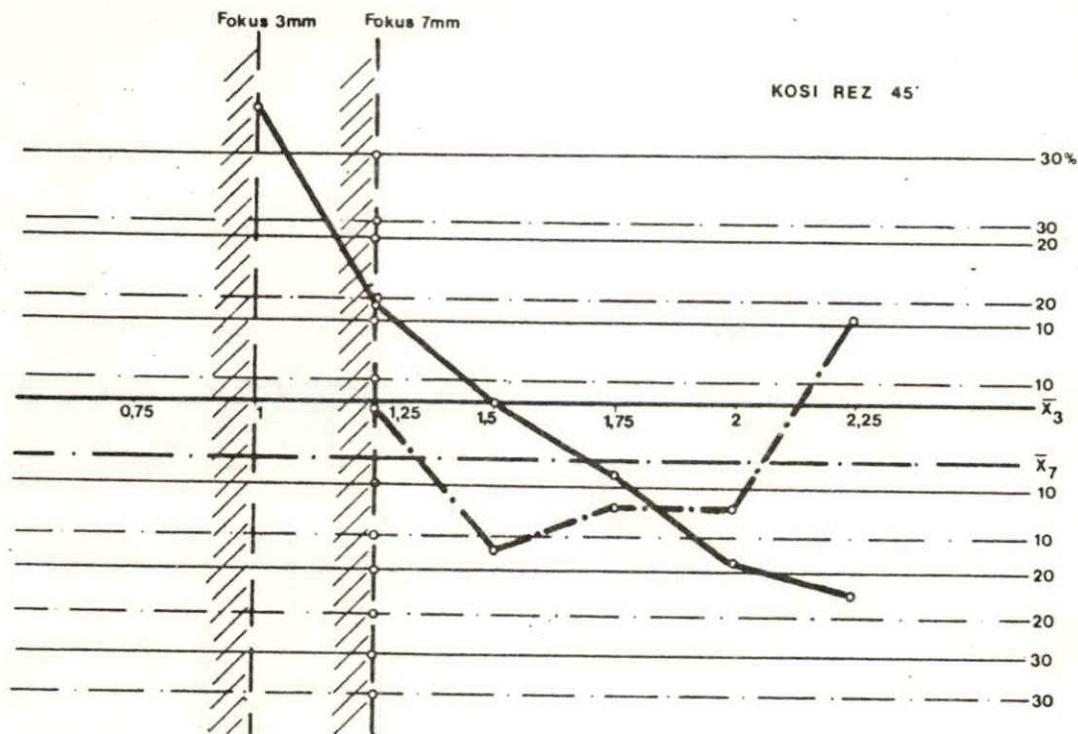
- ne može se ustanoviti bitna razlika između različitih smjerova rezanja ni kod učina ni kod specifičnih energetske normativu
- variranje fokusa ne utječe bitno na dubinu prodiranja
- energetske normativu netto su značajno viši od istih pri konvencionalnim tehnologijama
- energetske normativu bruto su neusporedivo viši u odnosu na iste pri konvencionalnim tehnologijama.

Fokus 7mm

KOSI REZ 45°

Red. br.	Brzina pomaka m/min	Debljina prodiranja mm	Satni učin m^2/h	Ukupna ulazna snaga kW	Izlazna snaga kW	Specif. energ. kWh/ m^2	
						Bruto	Netto
1	0.5	24	0.72	~ 37	1.45	51.39	2.01
2	0.75	24	1.08	— —	1.46	34.26	1.34
3	1.0	24	1.44	— —	1.46	25.69	1.01
4	1.25	215	1.61	— —	1.45	22.98	0.90
5	1.5	211	1.90	— —	1.46	19.47	0.77
6	1.75	172	1.81	— —	1.46	20.44	0.81
7	2.0	150	1.6	— —	1.46	20.55	0.81
8	2.25	110	1.48	— —	1.46	25.00	0.99
			1.72			21.66	0.71
Fokus 3mm							
1	0.5	24	0.72	~ 37	1.45	51.39	2.01
2	0.75	24	1.08	— —	1.45	34.26	1.34
3	1.0	19.8	1.19	— —	1.45	31.08	1.22
4	1.25	18.9	1.42	— —	1.45	28.06	1.02
5	1.5	17.8	1.58	— —	1.45	23.42	0.92
6	1.75	16.3	1.71	— —	1.46	21.64	0.85
7	2.0	15.25	1.83	— —	1.45	20.22	0.79
8	2.25	14.7	1.98	— —	1.46	18.69	0.73
			1.62			23.52	0.92

Tablica 5. Rezultati mjerenja pri rezanju hrastovine u smjeru 45° u odnosu na smjer vlakana.



Slika 7. Postotno odstupanje specifične energije rezanja netto u zavisnosti o posmičnoj brzini pri kosom rezu (45° u odnosu na smjer vlakana).

Ponovit ćemo na ovom mjestu usporedbu koju smo napravili i kod rezanja jelovine. Pretpostavit ćemo da isti materijal režemo kružnom pilom promjera 180 mm, broj zubi 30, uz posmičnu brzinu 18 m/min. Na osnovu podataka iz literature ($k_s = 114$ MPa za potpuno oštre zube) može se lako izračunati da je za visinu reza 24 mm bila potrebna snaga 2,59 kW. U istim uvjetima bio bi postignut učin od 25,9 m²/h. Znači da bi specifična energija rezanja netto iznosila 0,1 kWh/m², dok bi specifična energija rezanja bruto u istim uvjetima iznosila približno 0,1386 kWh/m². Uzmemo li sada najpovoljnije uvjete pri rezanju LASEROM, možemo zaključiti sljedeće:

- specifična energija rezanja netto je oko 10 puta veća nego li pri konvencionalnoj tehnologiji
- specifična energija rezanja bruto je približno 185 puta veća

– učin LASERA je pritom oko 18 puta manji.

Napravit ćemo sada istu usporedbu kao i kod rezanja jelovine. Za jedan sat rada kružne pile LASER bi trebao 18 sati, pri čemu bi utrošio 665 kWh električne energije, odnosno ca 661 kWh više nego kružna pila za isti učin. To znači da bi uz cijenu električne energije od ranije navedenih 40 din/kWh samo uslijed većeg utroška energije LASER opteretio jedinicu površine reza s dodatnih 1021 din/m². Za učin 1 sata efektivnog rada kružne pile utrošio bi LASER električne energije u vrijednosti od 26.600 din. (Ponovo napominjemo da su svi proračuni izvedeni na osnovu literaturnih podataka).

5. Zaključak

Svi eksperimenti su obavljani na prototipu LASERA. Osoblje koje je radilo na LASERU, kao i istraživači ZIDI-a, još su u fazi učenja u radu s LASEROM. To nesumnjivo ukazuje na to da bi se mogla postići izvjesna

poboljšanja. Visoke vrijednosti specifične energije netto ukazuju na to da dolazi do gubitaka energije pri vođenju laserske zrake od izlaza energetskog dijela do izlaza iz sapnice. Na žalost, ne možemo znati koliko iznose ti gubici. Kada bi to mogli izmjeriti, znali bi koje su nam granične vrijednosti učina i specifičnih energetskih normativa. No bez obzira na to, možemo slobodno ustvrditi da je u klasičnoj doradnoj pilanskoj preradi LASER kao alternativna tehnologija, za sada neprimjenjiv. Na takav zaključak nas navodi:

- izuzetno mali učini
- izuzetno visoki energetski normativi i
- izuzetno visoka nabavna vrijednost LASERA.

Literatura

- A. HALD: Statistical Theory with Engineering Applications, John Wiley & Sons, Inc, New York 1962.
- H. A. HUBER: Laser – Wood Cutting, IUFRO-World Congress, Division 5, Ljubljana 1986.
- L. MIKOLAŠIK: Drevarske stroje a zariadenia, SNTL, Praha 1981.
- A. A. PIŽUNIN: Optimizacija tehnologičeskikh processov derevoobrabotki, Lesnaja promištenost, Moskva 1975.
- A. POSTRIKOV: Mašine za mehaničku obradu drveta, I dio, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo 1965.
- M. D. SACHAROV: Automatizacija drevarskeji virobi, Vydovatelstvo technickej a ekonomičkej Literatury, Bratislava 1984.
- N. Soboljev: Laseri i njihova budućnost, Vojnoizdavački zavod, Beograd 1972.
- xxx: Tehnička dokumentacija LAS 1500, „Prvomajska“ Raša, 1985.
- xxx: Alat za obradu drva, „KORDUN“ Karlovac, 1986.

UTJECAJNI FAKTORI NA TOČNOST DIMENZIJIA

Uvod

Svjedoci smo da potrebe u drvetu stalno rastu i to prvenstveno po osnovu povećanja broja stanovnika i povećanja potrošnje po stanovniku. Tako, prema ocjenama Komiteta za drvo Ujedinjenih nacija, ukupne potrebe u drvetu, koje su 1950. godine iznosile oko 283 miliona kubika one će 2.000-te godine iznositi 643 a 2.030-te oko 802 miliona kubika. U kontekstu ovih podataka svaka vrsta drveta je od izuzetnog značaja.

Sa stanovišta naše zemlje, u kojoj bukva zauzima istaknuto mjesto, njena racionalna prerada predstavlja posebno značajno pitanje. Zato je potrebno detaljno poznavanje vrste i karaktera svih faktora koji utječu na racionalnost njene prerade, da bi se njihov pozitivan utjecaj maksimalno iskoristio, a negativan sveo na neotkloniv minimum. Imajući sve ovo u vidu pokušali smo utvrditi kako neki od utjecajnih faktora djeluju na iskorišćenje drvene sirovine posmatrajući to kroz tačnost dimenzija bukovih grubih obradaka.

Kao što je opće poznato, pri proizvodnji grubih obradaka djeluju različiti tehničko-tehnološki i organizacioni faktori, kako po svojoj prirodi, tako i po intenzitetu. U okviru tehnoloških faktora, pored ostalih, djeluju vrsta drveta, dimezije piljene građe, dimezije grubih obradaka, vlažnost građe, smjer piljenja, brzina piljenja, radni stroj i radni alat sa svojim tehničko-tehnološkim karakteristikama i tehnološkoj pripremljenosti i dr.

Cijeneći mogući utjecaj pojedinih faktora i naše objektivne mogućnosti, postavili smo sebi zadatak da bliže utvrdimo kako dimezije piljene građe (ustvari njihova debljina), vlažnost građe u momentu piljenja u grube obradke, dimezije grubih obradaka i smjer piljenja utječu na tačnost dimenzija bukovih grubih obradaka.

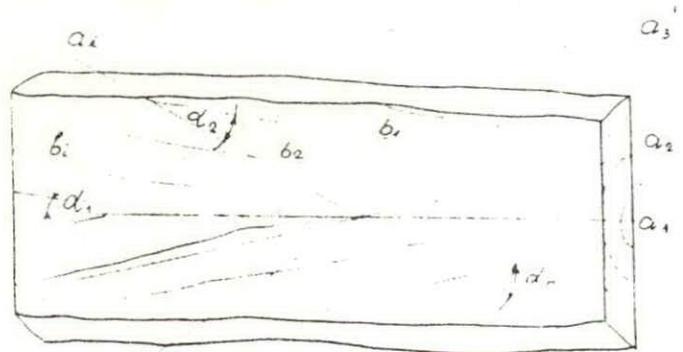
Postavlja se pitanje zašto gore navedeni faktori mogu uticati na tačnost dimenzija grubih obradaka? Teoretskih osnova za odgovore na prednje pitanje ima više a ovdje će se navesti samo najznačajniji i to pojedinačno po faktorima.

1. Smjer piljenja

Pogledamo li shematski prikaz mogućih pravaca piljenja u odnosu na pravce protezanja drvnih vlaknaca koji je dat na slici 1., vidimo da ugao koga zatvara pravac piljenja i pravac protezanja drvnih vlaknaca može da bude od 0 do 180° odnosno taj ugao je definisan relacijom (1).

$$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ \quad (1)$$

Kod vrijednosti ugla α jednakoj 0° ili 180° postoji najmanje presijecanje drvnih vlaknaca u odnosu na sve ostale njegove vrijednosti. Ako za primjer uzme-



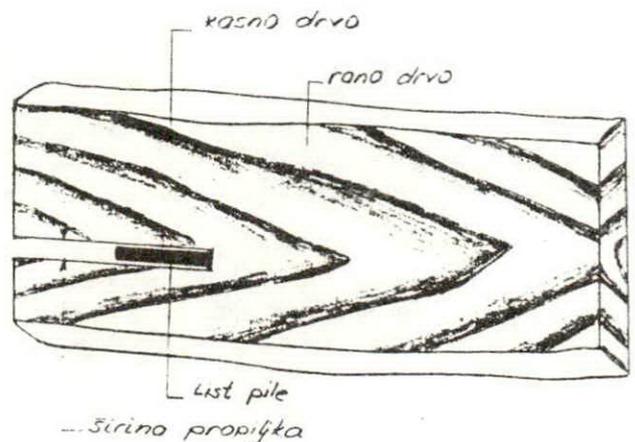
Slika 1.

a_j – pravci piljenja

b_j – pravci protezanja drvnih vlaknaca

α – ugao između pravca piljenja i pravca protezanja drvnih vlaknaca

mo situaciju piljenja kao što je data na slici 2. vidimo da zubi lista pile naizmjenično nailaze na slojeve ranog-mekšeg i kasnog-tvrdog drveta. Posljedica toga je da pilna traka u procesu rezanja nailazi na različite otpore rezanja. Iz toga se može pretpostaviti da se pravac piljenja u tom procesu, pod utjecajem različitih otpora sili rezanja, mijenja a to istovremeno bi izazvalo i promjenu dimezija grubih obradaka koje se tim piljenjem formiraju.



Slika 2.

2. Vlažnost drveta u momentu piljenja u grube obradke

Pri analizi utjecaja vlažnosti drveta (građe) u momentu piljenja u grube obradke treba poći od snage piljenja, koja se prema teoriji rezanja izračunava po relaciji

$$P = \frac{L}{102 t} \quad [kW] \quad (2)$$

gdje su

L – rad rezanja, (Nm),
 t – vrijeme trajanja procesa rezanja, (sek)

odnosno

$$P = \frac{K' V}{102 t} \quad (3)$$

Pri čemu je

$$L = K' V \quad (4)$$

$$K' = \frac{L}{V} \quad (5)$$

gdje su

K' – specifični rad rezanja, (Nm/cm³),
 V – Nominalni volumen odvojenog ivera (cm³).

Promjenljiva veličina, u gornjim relacijama, je specifični rad rezanja, čijom se promjenom mijenja i snaga piljenja. Na specifični rad rezanja K' , utječu različiti faktori kao vrsta drveta, debljina ivera, brzina rezanja, vlažnost i temperatura drveta, naoštrenost reznog alata i sl. U slučajevima kada se uslovi rezanja razlikuju od uslova za koje je data gornja relacija istu treba pomnožiti sa korekcionim faktorima koji uključuju te razlike.

Kada se radi o vlažnosti drveta kao utjecajnom faktoru na specifični rad rezanja, odnosno, u našem slučaju na snagu piljenja, rezultati više istraživanja pokazuju da se korekcionni faktor, po tom osnovu, kreće u granicama 0,9-1,17 što znači da se i snaga piljenja mijenja u tim granicama. Isto tako, sa promjenom vlažnosti drveta mijenja se i njegova elastičnost i plastičnost, što takođe može imati odraza na tačnost dimenzija.

Na osnovu prednjeg, može se pretpostaviti da sa porastom potrebne sile rezanje rastu vibracije radnog stroja i pilne trake što, sa svoje strane, utječe na tačnost dimenzija obradaka koji se formiraju tim piljenjem.

Ovakva razmišljanja upućuju da se postavi hipoteza da se teoretska širina popiljka treba računati po relaciji

$$\check{S} = b + 2r + \check{S}f + Ed \text{ (mm)}, \text{ (orig.)} \quad (6)$$

gdje su:

\check{S} – teoretska širina popiljka, (mm),
 b – debljina pilne trake, (mm),
 $2r$ – razvraka ili proširenje vrhova zubi na obje strane, (mm),
 $\check{S}f$ – širina popiljka kao posljedica vibracija radnog stroja i pilne trake, (mm),
 Ed – elastična deformacija drveta koja nastaje u toku piljenja, (mm).

Kako do sada u literaturi nisu bliže određeni niti prisutnost niti vrijednost članova prednje relacije $\check{S}f$ i Ed to bi u tom dijelu trebalo izvršiti posebna istraživanja.

3. Debljina piljene građe

Prema teoriji rezanja, sa povećanjem visine rezanja raste stabilnost čitavog sistema u procesu rezanja (radni

stroj – rezni alat – predmet rada) te bi, prema tome, moglo se očekivati da sa porastom debljine piljene građe raste i tačnost dimenzija grubih obradaka koji se izrađuju iz takve građe. Istina, u literaturi ima i suprotnih rezultata koji mogu biti rezultat raznih specifičnosti pri sprovođenju piljenja ili samog mjerenja.

4. Širina i dužina grubih obradaka

Za uslove istraživanja kakve smo imali, pretpostavili smo da širina i dužina grubih obradaka nemaju bitnog utjecaja na tačnost dimenzija grubih obradaka s obzirom na relativno male razlike između njihovih vrijednosti. Ovo se posebno odnosi na širinu grubih obradaka.

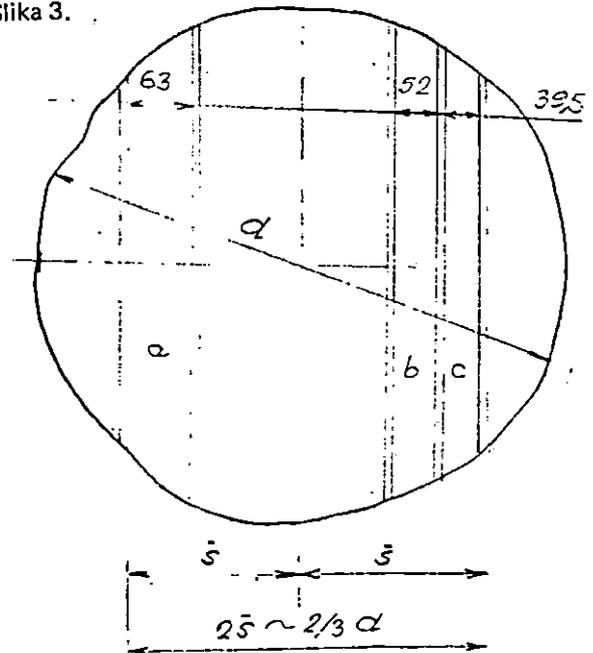
METODOLOGIJA RADA

Materijal za izvedbu eksperimenta

Na jednoj sječini izabrano je 30 komada bukovich trupaca dužine 4 m i promjera 50-55 cm, a po kvaliteti su odgovarali trupcima za ljuštenje ili boljoj I klasi za piljenje. Trupci su bili prvi ili drugi u deblu.

Na tračnoj pili trupčari prorezano je 5 komada trupaca po shemi datoj na slici 3. a 25 komada trupaca po shemi datoj na slici 4.

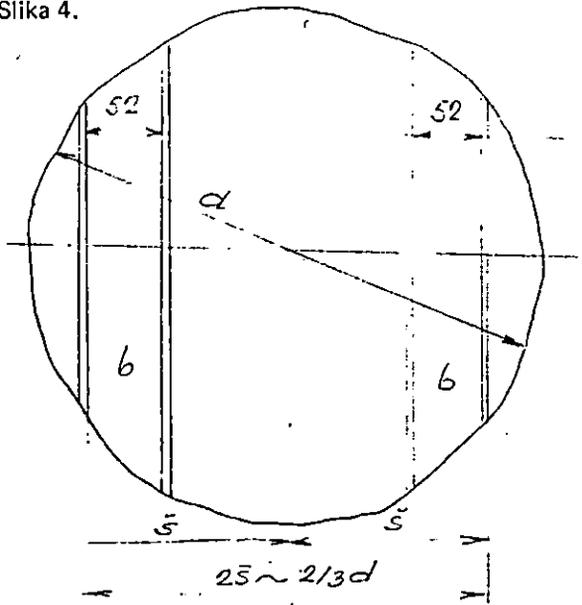
Slika 3.



Dobijene piljenice podijeljene su u grupe, prema postupku prerade u sirovom stanju (sirovi postupak), prerada u prosušenom stanju (prosušeni postupak) i prerada u suhom stanju (suhi postupak).

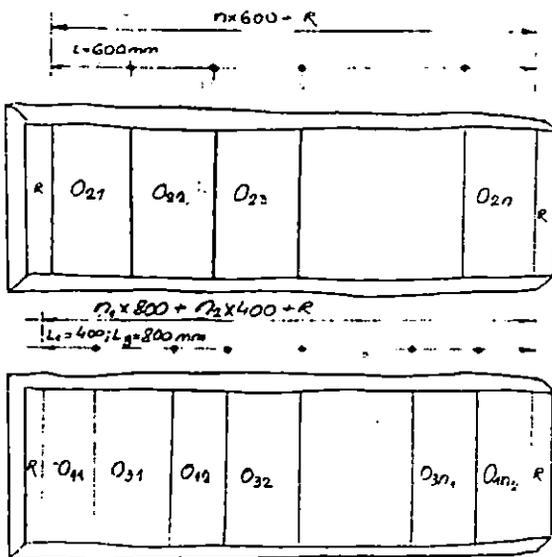
Piljenice namijenjene za preradu po prosušenom i suhom postupku upućene su u predsušaru-sušaru radi prosušivanja odnosno sušenja. Piljenice za preradu po sirovom postupku složene su i osigurane od gubljenja vlažnosti – složene u „slijepi“ složaj (složaj bez vertikalnih i horizontalnih razmaka) i pokrivene sa PVC folijom. Ovakvo slaganje i prekrivanje bilo je moguće jer se sve to radilo u martu mjesecu.

Slika 4.



Nakon izvršenog prosušivanja odnosno sušenja piljenice su prikraćivane u odreske koji su po dužini odgovarali dužinama grubih obradaka tj. dužina 400, 600 i 800 mm. Samo prikraćivanje je izvršeno po shemama datim na slikama 5. i 6.

Slika 5.



Slika 6.

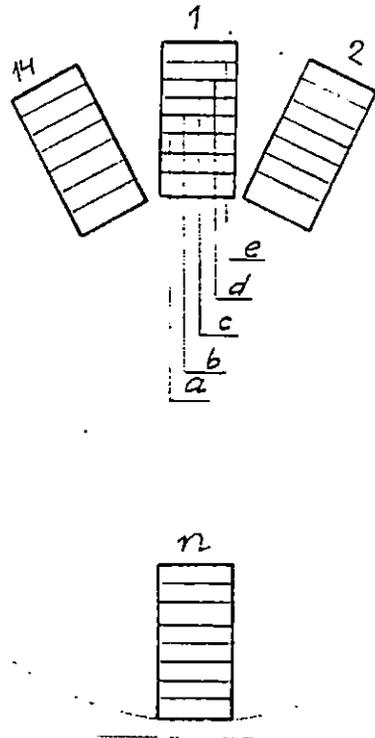
O_{ni} – Odresci piljenica koji odgovaraju dužinama obradaka
 R – ostatak

Sheme po kojima su izrađivani trupci iz stabala odnosno piljenice iz trupaca, i na kraju odresci iz piljenica su usvojene sa ciljem što većeg ujednačavanja polaznih osnova odnosno faktora koji nisu bili predmet ispitivanja.

Dobijeni odresci su prije piljenja u obratke okrajčeni pomoću kružne pile za uzdužno piljenje sa mehaničkim pomakom, radi dobijanja što tačnije baze. Ovdje treba

naglasiti da u obratke za eksperimentat nisu korišćeni oni obraci koji su formirani i na bazi reza provedenog na kružnoj pili za uzdužno rezanje sa mehaničkim pomakom. Isto tako, za proizvodnju obradaka za predmetna istraživanja, nije korišćen središnji dio piljenica odnosno odrezaka. Ovo iz dva razloga. Prvo, kako su piljenice iz polubočne zone u trupcu to se nastojalo da i obraci budu takođe iz polubočne zone u piljenici i drugo, da se izbjegne zona neprave srži.

Piljenje odrezaka u obratke je izvršeno na tračnoj pili P-9 i to tako da su svi obraci, posmatrano u ukupnom broju, izrađivani istovremeno, u cilju daljeg ujednačavanja uslova piljenja (isti alat, ista naoštrenost odnosno zatupljenost, isti tim sa istom psihofizičkom pripremljenošću, isto stanje radnog stroja i sl.) shematski prikaz organizacije provođenja eksperimenta je dat na slici 7. Inače, za utvrđivanje utjecaja pojedinih faktora izrađeno je po 35 grubih obradaka odnosno uzoraka.



Slika 7.

1. 2... n... 14. podgrupe odrezaka npr. 1. odresci debljine 38 mm, dužine 400 mm za preradu po sirovom postupku piljenjem u smjeru protezanja vlaknaca.

a. b. c. d. a'. b' . . . rezovi npr. a – bazni, b – za širinu obradka 38 mm, c – za širinu obradka 50 mm itd.

Piljenje je izvršeno tako što je prvo na svim odrescima (podgrupama) izvršen rez a., zatim b. zatim c. itd. naizmjenično do kraja piljenja svakog odreska.

Mjerenje dimenzija

Mjerenje dimenzija je izvršeno u sredini i na odstojanju od po 40 mm od oba kraja i to pomoću milimetarskog mjerila sa nonijusom (šublerom) čije su mogućnosti očitavanja bile $1/100$ mm. Mjerna mjesta su označena sa „A“ – na onom kraju koji prvi nailazi na piljenje, „B“ – u sredini i sa „V“ na drugom kraju. Mjerenje je

izvršeno odmah nakon izrade obradaka što znači da promjene koje nastaju ili mogu nastati naknadno, kao usuh, promjene oblika i slično nisu uzimane u obzir. Razumije se da je mjerenje izvršeno samo one dimenzije koja se formira piljenjem odrezaka piljenica.

Prilikom mjerenja vodilo se računa da se isključi utjecaj neravnina na tačnost mjerenja i to tako što su viljuške mjernog instrumenta postavljene tako da preskaču udubljenja naslanjajući se na vrhove neravnina. Ovakav način mjerenja uključuje sistematsku grešku koja na konačne rezultate odnosno zaključke nije imala utjecaja.

Po opisanoj metodologiji proizvedeni su grubri obraci sa parametrima za utvrđivanje utjecaja pojedinih faktora tabela 1.

Statistička obrada podataka

Izmjerene vrijednosti su omogućile da se utvrđuje tačnost uutar grubih obradaka na osnovi podataka dobijenih za mjerna mjesta „A“, „B“ i „C“ i između obradaka za mjerne mjesto „B“. Statistička obrada podataka je izvršena pomoću uobičajenih metoda tj. „t“ i „F“ testa.

Rezultati rada

Zbirni rezultati istraživanja dati su u tabelama 2 i 3 i grafičkim prikazima na slikama 8, 9, 10, 11 i 12.

Tabela 1.

Vrijednost pojedinih parametara grubih obradaka za utvrđivanje utjecaja pojedinih faktora

Grubi obraci za utvrđivanje utjecaja					
Parametar	Debljine pilj. građe, (mm)	Dužine grubih ograd. (mm)	Širine grubih	Vlažnost građe, obrad. (mm)	Smjer piljenja %
debljina građe		38,50,60	600	50	I
dužina obradaka	50	400,600,800	50	20±2	I
širine obradaka	50	600	38,50,60	20±2	I
vlažnost građe	50	600	50	8+2, 20±2	I
smjer piljenja	50	600	50	20±2	I,II

Piljenje odrezaka piljenica u smjeru visinskog rasta drvnih vlaknaca označeno sa I, sa u suprotnom smjeru sa II.

Tabela 2.

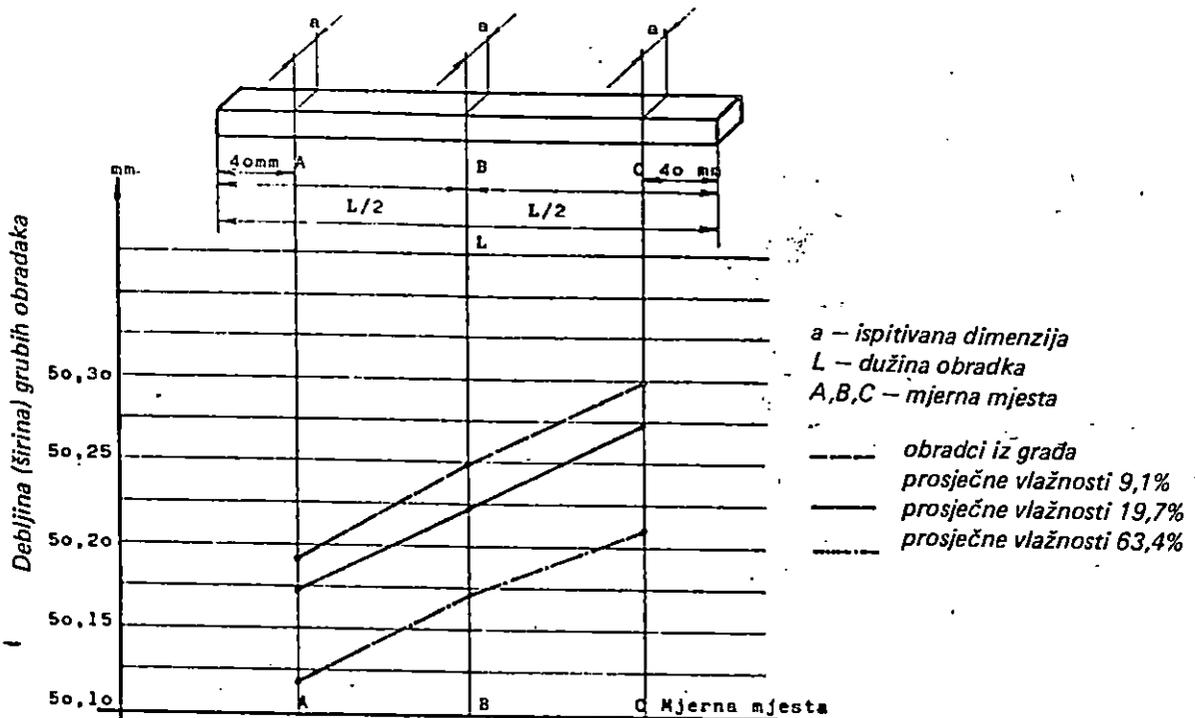
Nivo signifikantnosti razlika u debljini/širini (tačnost dimenzija) unutar grubih obradaka

Utjecajni faktor	Vrijednost utjecajnog faktora	Broj uzoraka (mjerenje)	Nivo signifikantnosti		
			>5%	<5% >1%	<1%
Debljina građe, mm	38	35	+	+	
	50	35			
	60	35			
Dužina obradaka, mm	400	35	+	+	+
	600	35			
	800	35			
Širina obradaka, mm	38	35		+	+
	50	35			
	60	35			
Vlažnost građe, %	9,1	35	+	+	
	19,7	35			
	63,4	35			
Smjer piljenja	I	35		+	+
	II	35			

Tabela 3

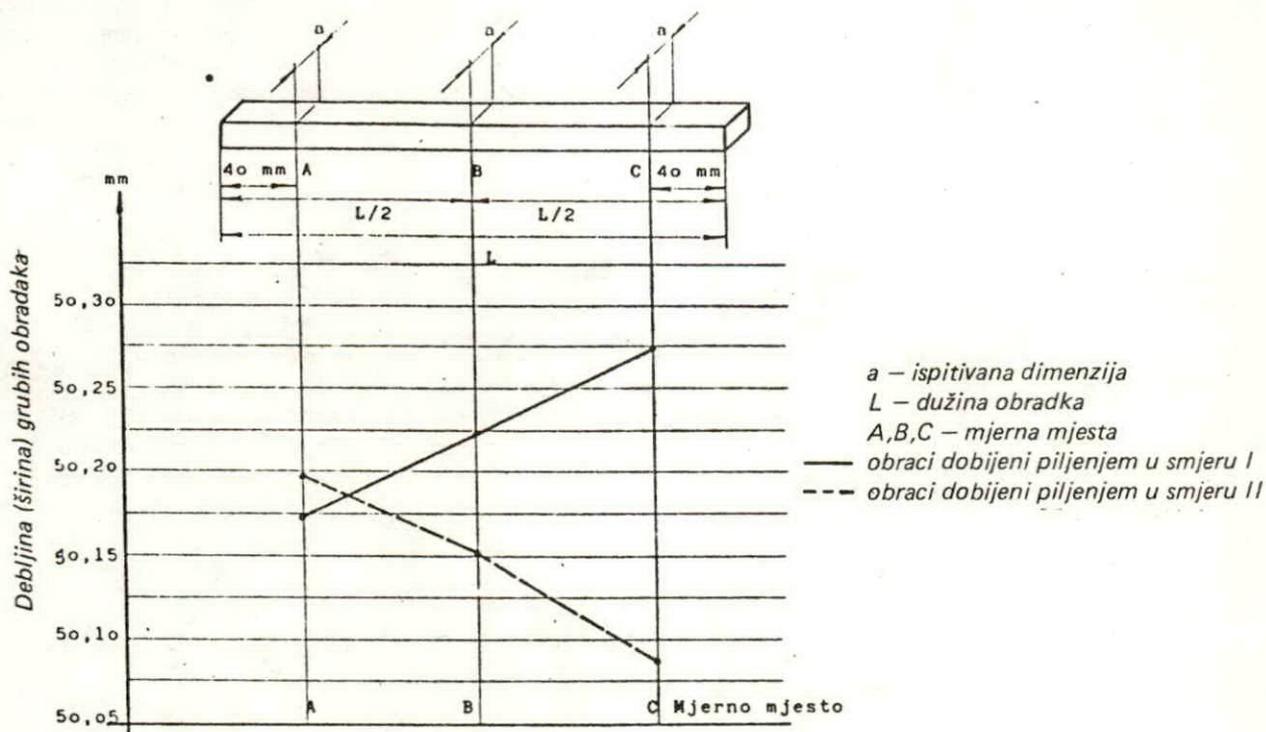
Nivo signifikantnosti razlika u debljini/širini (tačnost dimenzija) između grubih obradaka

Utjecajni faktor	Vrijednost utjecajnog faktora	Broj uzoraka (mjerjenja)	Nivo signifikantnosti		
			> 5%	< 5% > 1%	< 1%
Debljina građe, mm	38/50	35		+	
	38/60	35			+*
	50/60	35	+		
Dužina obradka, mm	400/600	35			+
	400/800	35			+
	600/800	35		+	
Širina obradaka, mm	38/50	35		+	
	38/60	35		+	
	50/60	35			+
Vlažnost građe, %	63,4/19,7	35	+		
	19,7/9,1	35	+		
	63,4/9,1	35	+		
Smjer piljenja	I/II	35			+



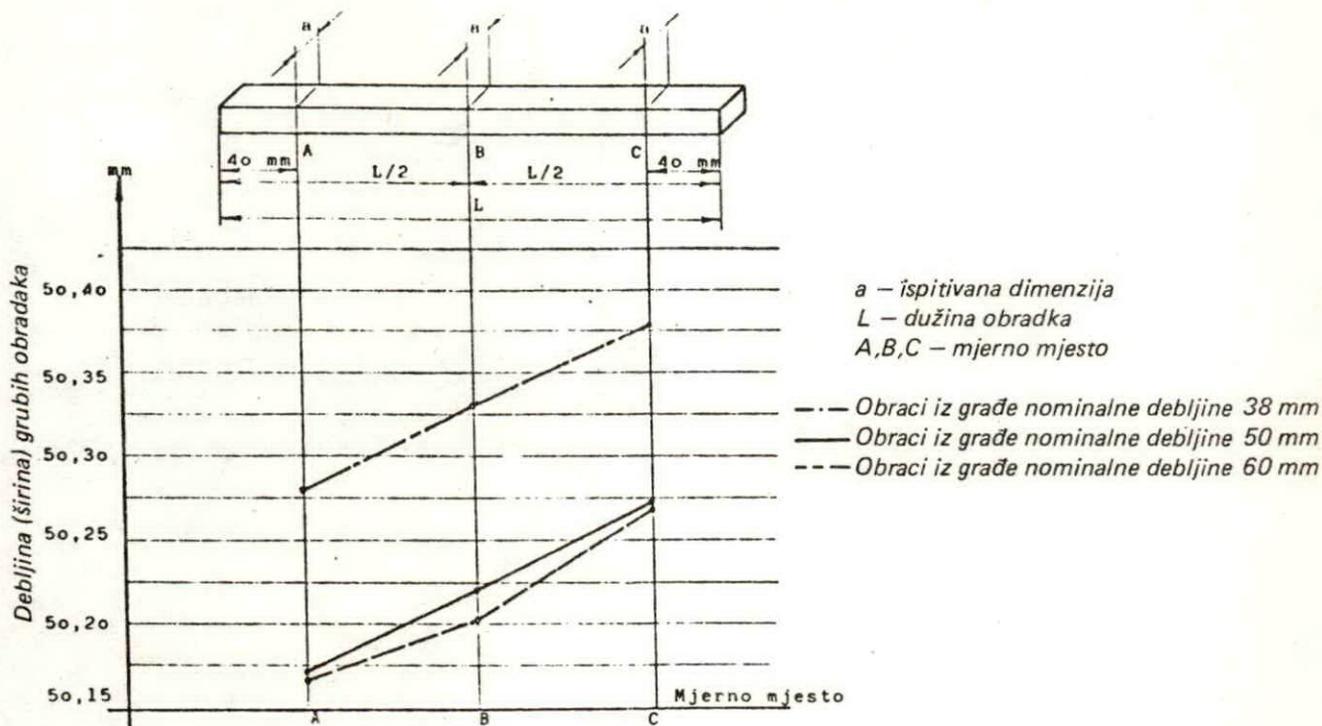
Slika 8.

Grafički prikaz tačnosti debljine (širine) grubih obradaka u zavisnosti od vlažnosti građe iz koje su izradeni.



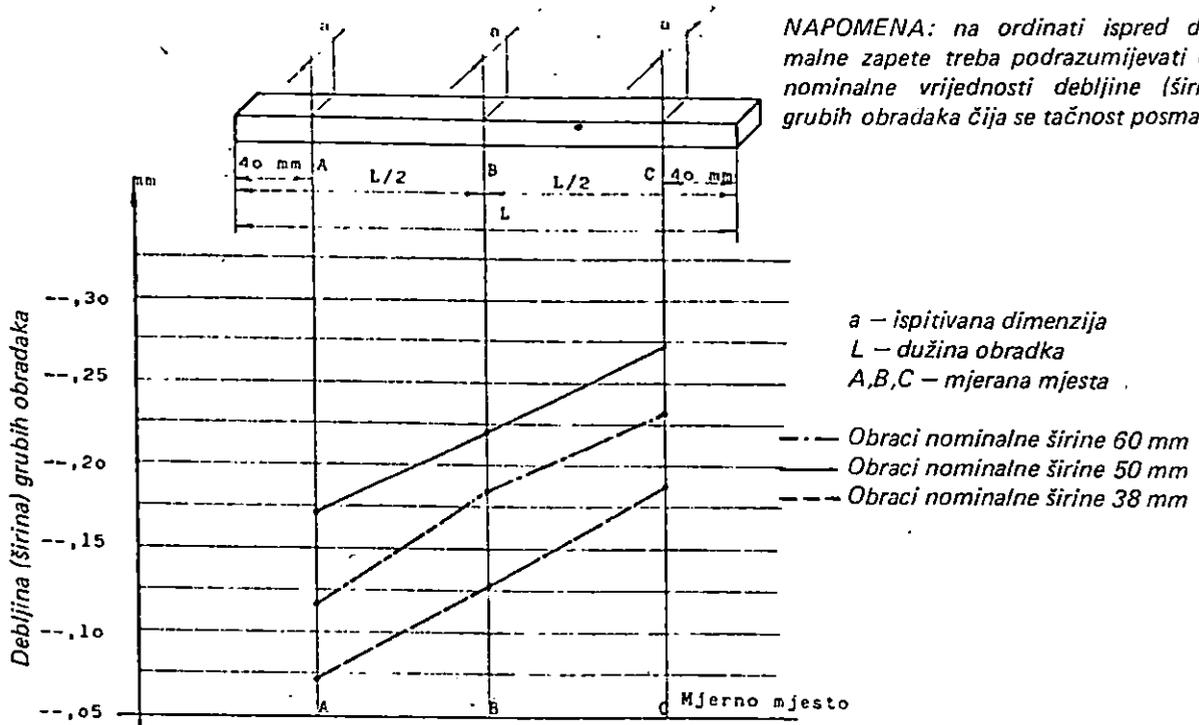
Slika 9.

Grafički prikaz tačnosti debljine (širine) grubih obradaka u zavisnosti od smjera piljenja.



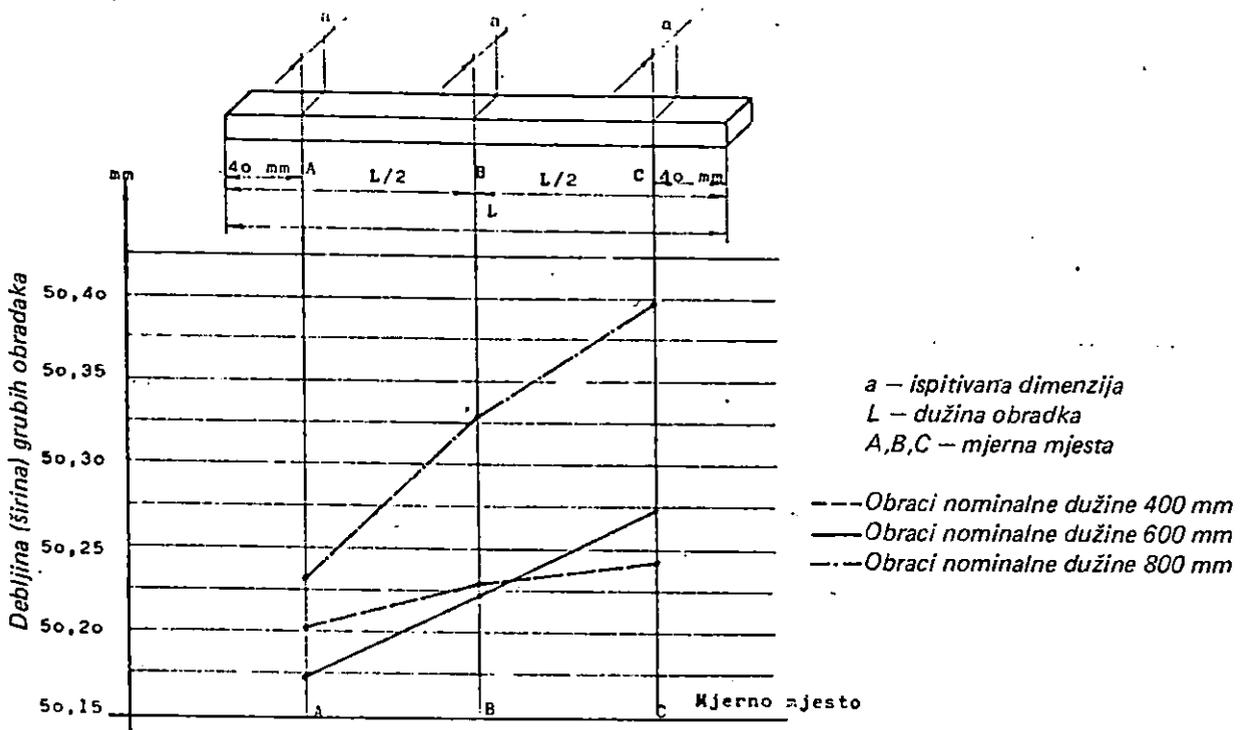
Slika 10.

Grafički prikaz tačnosti debljine (širine) grubih obradaka u zavisnosti od debljine piljene građe.



Slika 11.

Grafički prikaz tačnosti debljine (širine) grubih obradaka u zavisnosti od njihove nominalne širine.



Slika 12.

Grafički prikaz tačnosti debljine (širine) grubih obradaka u zavisnosti od njihove dužine.

Prilikom analize teoretskih pretpostavki, za mogućnost nastajanja razlika u tačnosti dimenzija grubih obradaka, postavili smo hipoteze da vlažnost građe u momentu piljenja u grube obratke, debljina građe i smjer piljenja imaju, a širina i dužina obradaka nemaju bitnog utjecaja na tačnost njihovih dimenzija.

Dobijeni rezultati u predmetnim istraživanjima i

njihova analiza, pokazali su da ispitivani utjecajni faktori na tačnost dimenzija grubih obradaka – debljina građe, dužina i debljina odnosno širina (debljina/širina) grubih obradaka, vlažnost građe u momentu piljenja u grube obratke i smjer piljenja, uslovljavaju nastajanje signifikantnih razlika u debljini/širini unutar grubih obradaka. Pri tome treba reći da sa porastom debljine građe, dužine

obradaka i suhoće (smanjenja vlažnosti) građe raste i značajnost razlika u njihovoj debljini/širini. Tako građa debljine 38 mm, obraci dužine 400 mm i građa vlažnosti 63,4% uslovljavaju dobijanje obratke sa nesigurnim; građa debljine 50 i 60 mm, obraci dužine 600 mm i građa vlažnosti 19,7 i 9,1% uslovljavaju dobijanje obradaka sa značajnim, a dužina obradaka od 800 mm uslovljava dobijanje obradaka sa visokoznačajnim razlikama u debljini/širini grubih obradaka.

Piljenje građe u obratke širine 50 mm i piljenje u smjeru I (smjeru visinskog rasta drvnih vlaknaca) rezultira nastajanje značajnih, a piljenje građe u obratke širine 38 i 60 mm i piljenje u smjeru II (smjeru suprotnom smjeru visinskog rasta) visokoznačajnih razlika u širini grubih obradaka (tabela 2). Da naglasimo, premda se to iz tabele 2. i 3. može zaključiti, da razlike u tačnosti dimenzija kod nivoa značajnosti većim od 5% smatramo nesigurnim, kod nivoa značajnosti manjim od 5 a veći od 1% značajnim i kod nivoa značajnosti manjim od 1% visokoznačajnim.

Kada se radi o tačnosti dimenzija grubih obradaka odnosno o razlikama u debljini/širini između grubih obradaka, onda se može reći da su te razlike značajne ili visokoznačajne pri djelovanju svih ispitivanih utjecajnih faktora izuzev vlažnosti građe i debljine građe 50/60 mm. Dobijene razlike u debljini/širini grubih obradaka su sa značajnim, a obraci dobijeni iz građe debljine 38 i 60 mm su sa visokoznačajnim razlikama u debljini/širini, dok kod obradaka dobijenih iz građe 50 i 60 mm te razlike nisu značajne. Obraci dužine 400 i 600 mm i 400 i 800 mm su sa visokoznačajnim, a obraci dužina 600 i 800 sa značajnim razlikama u debljini/širini. Međutim, obraci širina 50 i 60 mm su sa visokoznačajnim, a obraci širina 38 i 50 mm i 38 i 60 mm su sa značajnim razlikama u debljini/širini grubih obradaka. I na kraju, obraci dobijeni piljenjem građe u suprotnim smjerovima su sa visokoznačajnim razlikama u debljini/širini grubih obradaka (tabela 3).

Posmatrajući rezultate ispitivanja utjecaja debljine građe na tačnost dimenzija grubih obradaka vidi se, kako je već kazano, da debljina građe uslovljava različitu tačnost debljine/širine grubih obradaka, kako unutar tako i između njih. Kod toga treba reći da građa debljine 38 mm daje obratke čije razlike u njihovoj debljini/širini nisu značajne, a građa debljine 50 i 60 mm daje obratke sa značajnim razlikama u debljini/širini unutar njih. Grubi obraci dobijeni iz građe debljine 50 i 60 mm ne pokazuju značajne razlike u debljini/širini. Međutim, obraci dobijeni iz građe debljine 38 i 50 mm i 38 i 60 mm pokazuju značajne odnosno visokoznačajne razlike u debljini/širini. Ovakvi rezultati djelomično su u skladu sa pretpostavkama datim u teoretskim osnovama za mogućnost nastajanja razlika u tačnosti dimenzija grubih obradaka. Naime, dok su rezultati ispitivanja utjecaja debljine građe na tačnost dimenzija debljine/širine grubih obradaka između njih logični, i u skladu sa datim pretpostavkama, dotle su dobijeni rezultati ispitivanja utjecaja debljine građe na tačnost dimenzija debljine/širine grubih obradaka unutar njih, neologični i suprotni našim pretpostavkama. Mi smo očekivali da sa porastom debljine građe tj. vi-

sine reza raste i tačnost dimenzija. Međutim, dobili smo obrnutu situaciju. Tanja građa daje obratke sa većom, a deblja sa manjom tačnošću dimenzija grubih obradaka unutar njih.

Dužina grubih obradaka ima bitnog utjecaja na tačnost njihovih dimenzija. Ovo se pokazalo kako unutar – za obratke dužine 600 i 800 mm, tako i između obradaka dužina 400 i 600 mm, 400 i 800 mm i 600 i 800 mm. Sasvim je razumljivo da dužina obradaka odnosno odrezaka piljenice, pri njihovoj preradi u obratke, utječe na stabilnost predmeta rada, u našem slučaju odrezaka piljenica a u tome grubih obradaka, od čega zavisi tačnost njihovih dimenzija. Naša početna hipoteza se odnosila na obratke, koji su predmet ispitivanja tj. dužina 400, 600 i 800 mm za koje smo pretpostavili da nemaju bitnog utjecaja na tačnost dimenzija s obzirom na relativno male dužine. Međutim, rezultati rada su pokazali da i dužine od 600 i 800 mm uslovljavaju nastajanje značajnih odnosno visokoznačajnih razlika u dimenzijama unutar grubih obradaka (tabela 2), a dužine 600/800 mm značajnih odnosno dužine 400/600 i 400/800 mm visokoznačajnih razlika u dimenzijama između grubih obradaka.

Kada se radi o rezultatima ispitivanja utjecaja širine obradaka na njihovu tačnost, koji su različiti od naših pretpostavki (pretpostavili smo da širina obradaka nema bitnog utjecaja na tačnost njihovih dimenzija dok naši rezultati istraživanja opovrgavaju takvu pretpostavku) teško je dati drugo objašnjenje osim onog koje se odnosi na stabilnost predmeta rada pri piljenju i ako to u ovom slučaju nije dovoljno logično. Ovo prije svega zbog toga što razlika u nominalnim širinama obradaka od 38 do 60 mm (svega 22 mm) ne bi trebalo da bitnije utječe na njihovu tačnost. Radi toga, mišljenja smo da utjecaj širine grubih obradaka na tačnost njihovih dimenzija, treba šire objasniti dodatnim istraživanjima.

U teoretskim osnovama, za mogućnost nastajanja razlika u tačnosti dimenzija grubih obradaka, detaljno je analizirana vlažnost drveta u momentu piljenja kao moguću utjecajni faktor na tačnost dimenzija grubih obradaka. Tamo su navedeni i neki rezultati dosadašnjih istraživanja, koji direktno ili indirektno, imaju veze sa izradom grubih obradaka iz građe različite vlažnosti i sa tačnošću njihovih dimenzija. Nama se čini, bez obzira što naši rezultati to nisu potvrdili, da vlažnost građe u momentu piljenja ima bitnog utjecaja na tačnost dimenzija grubih obradaka. Isto tako, mišljenja smo, da vlažnost građe u momentu piljenja u grube obratke, kao utjecajni faktor na tačnost dimenzija, u predmetnim istraživanjima, nije došao do izražaja zbog toga što je instalirana snaga stroja veća od stvarno potrebne snage za piljenje, bez obzira na njene promjene po osnovi promjene vlažnosti građe (promjene izazvane različitim otporima rezanja kod različitih vlažnosti drveta).

Što se tiče utjecaja smjera piljenja na tačnost dimenzija grubih obradaka, može se reći, da dobijeni rezultati potvrđuju date pretpostavke, u smislu, da smjer piljenja uslovljava nastajanje značajnih razlika kako unutar tako i između obradaka.

Zaključci

Na osnovi rezultata istraživanja i provedenih diskusija mogu se izvući slijedeći najosnovniji zaključci:

1. Zanimajući u ovom momentu signifikantnost razlika stvarnih dimenzija unutar i između grubih obradaka, a na osnovi njihovog kretanja koja su pokazana na slikama 8. do 12. može se zaključiti da dimenzije grubih obradaka rastu od mjernog mjesta „A“ ka mjernom mjestu „C“, kod onih koji su izrađeni piljenjem u smjeru I (piljenje u smjeru visinskog rasta drvnih vlakana), a opadaju od mjernog mjesta „A“ ka mjernom mjestu „C“, kod onih koji su izrađeni piljenjem u smjeru II (smjer suprotan smjeru visinskog rasta drvnih vlakana).

2. Na osnovi prethodnog zaključka proističe da dimenzije grubih obradaka treba kontrolirati na onom kraju koji prvi ulazi u stroj za piljenje kod obradaka izrađenih piljenjem u smjeru I (mjerno mjesto „A“) bez obzira na njihovu dužinu, širinu, vlažnost (postupak izrade) i debljinu građe, odnosno na onom kraju koji zadnji izlazi iz stroja za piljenje kod obradaka dobijenih piljenjem u smjeru II (mjerno mjesto „C“), također, bez obzira na njihovu dužinu, širinu, vlažnost (postupak izrade) i debljinu građe.

3. Debljina građe utječe na tačnost dimenzija grubih obradaka. Tako piljena građa od 50 i 60 mm debljine daje obratke sa signifikantnim razlikama unutar, a građa sa većim razlikama u debljini tj. debljine 38 i 50 mm i 38 i 60 mm daje obratke sa signifikantnim odnosno visokosignifikantnim razlikama u tačnosti njihovih dimenzija između obradaka.

4. Sa porastom dužina obradaka raste signifikantnost razlika u tačnosti i njihovih dimenzija unutar, a sa porastom razlika u dužinama obradaka raste signifikantnost razlika u tačnosti njihovih dimenzija između obradaka.

5. Obraci širina 38 i 60 mm pokazuju visokosignifi-

kantne, a obraci širine 50 mm signifikantne razlike u tačnosti i njihovih dimenzija unutar obradaka. Obraci širina 38 i 50 mm i 38 i 60 mm pokazuju signifikantne, a obraci širina 50 i 60 mm visokosignifikantne razlike u tačnosti njihovih dimenzija između obradaka.

6. Građa prosječne vlažnosti 9,1 i 19,7% daje obratke sa signifikantnim, a građa prosječne vlažnosti 63,4% sa nesignifikantnim razlikama u tačnosti dimenzija unutar obradaka. Građa sa ispitivanim vrijednostima prosječne vlažnosti 9,1 i 63,4%; 9,1 i 19,7% i 19,7 i 63,4% daje obratke čije razlike u tačnosti dimenzija između obradaka nisu signifikantne.

7. Piljenje građe u smjeru visinskog rasta drvnih vlakana (smjer I) daje obratke sa signifikantnim, a piljenje građe u smjeru suprotnom visinskom rastu drvnih vlakana (smjer II) sa visoko signifikantnim razlikama u tačnosti dimenzija unutar obradaka. Razlika tačnosti dimenzija između obradaka, dobijenih piljenjem u smjeru I i smjeru II, je visokosignifikantna.

8. U okviru daljih istraživanja utjecaja pojedinih faktora na tačnost dimenzija grubih obradaka bilo bi potrebno:

8.1. Izvršiti dodatna istraživanja utjecaja širine grubih obradaka u cilju njegovog detaljnijeg sagledavanja.

8.2. Proširiti istraživanja na druge veličine već istraživanih utjecajnih faktora kao i na ostale utjecajne faktore, pri čemu mislimo da je od posebnog interesa utjecaj snage stroja, visine piljenja, brzine pomaka i karakteristika reznog alata na tačnost dimenzija grubih obradaka.

8.3. Izvršiti istraživanja u cilju kvantifikacije utjecaja vibracije radnog stroja i reznog alata (pilne trake), te elastične deformacije drveta u području piljenja na stvarnu širinu propiljka.

Slavko Govorčin, dipl. ing.
Šumarski fakultet – Zagreb

NEKA KOMPATIVNA SVOJSTVA BAGREMOVINE SA PODRUČJA HRVATSKE

Uvod

Potrošnja drvnih sirovina, kako u svijetu, tako i kod nas zaprijetila je osiromašenjem pojedinih vrsta drva i potaknula istraživanja mogućnosti supstitucije nekih vrsta drva drugima.

Postoje mnoge vrste drva, koje se kod nas nisu koristile u industrijskim razmjerima. Razlog tome nije što one nisu do sada bile „otkrivene“, već su smatrane tehnološki manje vrijednim, te su bile korištene uglavnom pri zanatskoj proizvodnji. Uz ovaj razlog treba još napomenuti da su to uglavnom vrste sa vrlo malim postotnim učešćem u ukupnom fondu drvene mase kod nas.

Takova vrsta drva je i bagremovina čija je upotreba bila uglavnom u zanatskoj proizvodnji. Koristila se je

kao kolarsko, građevno i tokarsko drvo, u proizvodnji bačava, vinogradskog kolja, rudničkog drva, kao drvo za alate i kao ogrijevno drvo.

Interesantna karakteristika je da ta vrsta drva vrlo brzo prirašćuje te postiže fizičku zrelost već do 60 godina.

Prikladnost nekog drva kao sirovine u drvnoindustrijskoj preradi određena je njegovim kemijskim, strukturnim, fizičkim i mehaničkim svojstvima. Prikaz će predstaviti neka fizička i mehanička svojstva bagremovine, određena na bazi rezultata dobivenih u Katedri za tehnologiju drva, a iz materijala koji je uzet sa staništa u Hrvatskoj. Ujedno će se prikazati i navedena svojstva u usporedbi sa svojstvima bagrema dobivenih prema stručnoj literaturi i svojstvima domaćih komercijalnih vrsta čije su karakteristike slične karakteristikama bagremovine.

Fizička svojstva

Ispitivanjem je obrađen:

1. Sadržaj vode u sirovom stanju, odmah nakon sječe
2. Volumna masa sirovog, prosušenog, standardno-suhog drva i nominalna volumna masa
3. Volumno utezanje
4. Točka zasićenosti vlakanca.

1. Sadržaj vode nakon sječe je interesantan faktor kod transporta sirovine, u primarnoj tehnologiji, hidrotermičkoj tehnologiji i impregnacijskoj zaštiti.

Sadržaj vode je najveći u kori te se smanjuje preko bijeli do srčevine i srca. Karakteristična je jednoličnost navedenog rasporeda vode po svim visinama (sekcijama). On se kreće u donjim dijelovima stabla promatrajući od kore prema srcu od 152% do 39% i u gornjim dijelovima od 78% do 34%. Prosječni sadržaj vode u srčevini kreće se u donjim dijelovima stabla oko 46%, a u gornjim dijelovima oko 33%. Prosječni sadržaj vode u sirovom stanju u srčevini iznosio je 37,1% u kori 95,6% a u bijelici 54,4%.

Promatran je i raspored sadržaja vode u sirovom stanju u srčevini s obzirom na strane svijeta. Razlike nisu signifikantne međutim, zamjećuje se najveći sadržaj vode u istočnim dijelovima stabla (37,6%, zatim na sje-

vernim (36,6%), pa na zapadnim (36,5%), te južnim (36,4%).

Sadržaj vode u prosušenom stanju sa prosječnom vrijednošću od 10,4% dobiven je kondicioniranjem u prirodnim sobnim uvjetima tokom godine dana, te je podatak interesantan pokazatelj higroskopske ravnoteže navedenih uvjeta ($t = 18^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 60\%$).

2. Volumna masa je vrlo važna fizička karakteristika kako u iskorišćivanju drvne sirovine tako i u svim fazama prerade i obrade drva, značajna za određivanje i drugih fizičkih svojstava, a ujedno i posredni pokazatelj za određivanje većine mehaničkih svojstava drva.

Na bazi gore navedenih podataka, te preračunatih na vlažnost od 15%, a prema Monninovoj klasifikaciji možemo bagremovinu svrstati u poluteške vrste drva.

3. Utezanje

Volumno utezanje za koru, bijel, srž i srce određeno je na bazi volumetiranja. Utezanje u kori je najveće te opada prema srcu. Uspoređujući podatke linearnih utezanja ispitivanog materijala sa podacima po Kollmanu zamjećujemo osjetnu razliku između tih podataka. Utezanja ispitivanog materijala su u odnosu na Kollmanove podatke veća za oko 45%. Ove razlike ukazuju na potrebu posebne pažnje kod davanja nadmjera u primarnoj preradi, a što je i praksa pokazala.

Tabela 1. Volumna masa ispitivane bagremovine (kg/m^3)

	Sirovo stanje	Prosušeno stanje	Standardno suho stanje	Nominalna vol. masa
Srednja vrijednost	931	809	775	660
Granice	630...1120	570...1030	560...960	500...770
Standardna devijacija	39	70	67	54

Tabela 2. Volumna masa bagremove srčevine (kg/m^3)

	Sirovo stanje	Prosušeno stanje	Standardno suho stanje	Nominalna vol. masa
Srednja vrijednost	927	805	776	675
Standardna devijacija	83	64	59	39

Tabela 3. Volumna masa u standardno suhom stanju prema drugim autorima (kg/m^3)

	Srednja vrijednost	Granice
Brown	769	—
Göhre	717	530...907
(Kollman)	730	540...870
Ispitivani materijal	775	560...900

Tabela 4. Volumno utezanje bagremovine (%)

	Kora	Bijel	Srž	Srce
Srednja vrijednost	26,08	19,81	13,47	11,86
Standardna devijacija	6,48	3,53	1,64	1,73

Tabela 5. Linearно i volumno utezanje bagremovine (%)

Utezanje	longitudinalno	radijalno	tangentno	volumno
Ispitivani materijal	0,46	5,6	8,78	14,28
Kollman	0,13	3,9	5,8	9,8

4. Točka zasićenosti vlaknaca bagremovine osjetno je veća u drvu bijeli, dok je u drvu srži i drvu srca podjednaka, ali uspoređujući je ostalim domaćim vrstama ona ima vrlo nisku točku zasićenosti vlaknaca.

Tabela 6. Točka zasićenosti vlaknaca (%)

	Bijel	Srž	Srce
Srednja vrijednost	30,64	19,998	19,38
Standardna devijacija	5,9	3,6	3,1

Mehanička svojstva

Sva mehanička svojstva su određena na bazi materijala uzetog sa prsne visine pokusnih stabala. Dobiveni rezultati se odnose na materijal koji je u momentu ispitivanja imao vlažnost 9,3%. Izvršeno je uspoređivanje sa drugim podacima odnosno kvalifikacija-ocjenjivanje mehaničkih svojstava, a rezultati su preračunati na vlagu od 12% odnosno 15%.

Ispitivanjem su određene:

1. Čvrstoća na tlak
2. Čvrstoća na savijanje
3. Čvrstoća na udarac
4. Koeficijenti kvalitete
 - statička kota
 - dinamička kota

Već je ranije napomenuto da za ocjenu mehaničkih svojstava može poslužiti volumna masa drva, jer je volumna masa odraz građe drva. Postoji nekoliko matematičkih izraza, za odnos između volumne mase i mehaničkih svojstava drva.

Međutim, kada se odlučuje o izboru materijala u konstruktivne svrhe pažnja se mora posvetiti odnosu čvrstoće i volumne mase drva. Takav odnos se naziva koeficijentom kvalitete i što je njegova vrijednost veća to je i materijal bolji za upotrebu u konstruktivne svrhe.

Određen je koeficijent kvalitete za neke vrste drva u usporedbi sa čelikom. Navedeni koeficijenti kvalitete predstavljaju odnos modula elastičnosti i specifične težine odnosno kod drva volumne mase u prosušenom stanju kod 12% sadržaja vode.

Tabela 7. Čvrstoća na tlak paralelno sa vlakancima (daN/cm²)

Ispitivani materijal	Broj proba	Srednja vrijednost	Granice	Standardna devijacija
I	19	628	409...751	50
II	44	791	642...952	73

Tabela 8. Čvrstoća na tlak // prema drugim autorima i
Čvrstoća na tlak // hrastovine, jasenovine i bukovine (daN/cm²)

Giordano	Göhre	Kollmann	Ispitivani materijal	Hrastovina	Jasenovina	Bukovina
710	719	730	663	650	520	620

Tabela 9. Koeficijenti kvalitete za neke materijale

Ispitivani materijal	Volumna masa (kg/m ³)	Modul elastičnosti (daN/cm ²)	Koeficijent kvalitete (spec. kota)	Odnos
bagremovina	809	154.000	2.353	100
hrastovina	693	130.000	2.707	115
jasenovina	683	134.000	2.873	122
bukovina	723	160.000	3.061	130
čelik	7.800	20.000.000	3.287	140

Tabela 10. Čvrstoća na savijanje (daN/cm²)

Ispitivanje materijala	Göhre	Kollmann	Hrastovina	Jasenovina	Bukovina
1383	1361	1500	1100	1200	1230

Čvrstoća na savijanje ispitivane bagremovine prikazana je u tabeli 10. u usporedbi sa rezultatima drugih autora i sa vrijednostima za neke druge vrste.

Ako na bazi ovih podataka i volumne mase u pro-sušenom stanju prema Monninovoj klasifikaciji odredimo kvocijent savijanja dobivamo za odnos čvrstoće na savijanje i stostruke volumne mase u prosušenom stanju vrijednost 17. Taj podatak svrstava ispitivani materijal u srednje savitljive vrste.

Jedan od interesentnih pokazatelja je i kvocijent žilavosti koji se dobije odnosom čvrstoće na savijanje i čvrstoće na tlak (prema Monninu) kao i kvocijent krutosti definiran odnosom razmaka između oslonaca epruvete i maksimalnog progiba.

Čvrstoća na udarac je važno svojstvo pri upotrebi drva u izradi vozila, čamaca, sportskih sprava i sl. Rezultati dobiveni na ispitivanom materijalu su nešto veći od rezultata drugih autora. U tabeli 11. dat je pregled rezultata kao i jedan od načina izražavanja kvalitete materijala. To je odnos specifične radnje loma i kvadrata volumne mase drva u prosušenom stanju, nazvan dinamička kvota.

Iz podataka dobivenih na ispitivanom materijalu a usporedivši ih sa rezultatima vrijednosti fizičkih i mehaničkih svojstava bagremovine s raznih staništa, mogu se uočiti neznatne varijacije, koje su posljedica varijacija u građi drva i učešća kemijskih sastojaka. Veća odstupanja su zamijećena kod točke zasićenosti

vlakana i kod utezanja. Međutim karakteristična nehomogenost građe drva bagrema što se održava i na tehnološka svojstva upućuje na potrebu veće pažnje u preradi i obradi. Dobiveni rezultati će zahtijevati i adekvatne promjene prvenstveno u primarnoj preradi. Na to upućuju osjetne razlike kod utezanja između dosadašnjih podataka i podataka dobivenih ovim ispitivanjem na domaćoj bagremovini.

Veliki doprinos poboljšanju tehnoloških svojstava biti će i intenzivniji rad i veća ulaganja kod uzgoja i njege bagremovih sastojina.

Literatura

1. Bađun, S.: Volumna težina drva, rukopis, Zagreb.
2. Bađun, S.: Istraživanja optimalnog korišćenja bagremovine s osvrtom na neke tehnologijske i utilizacijske karakteristike. Šum. fak. Zagreb, ZIDI 1-28.
3. Giordano, G.: *Technologia del Legno*, Vol. 1. Torino 1971.
4. Giordano, G.: *Technologia del Legno*, Vol. 3. Torino 1976.
5. Horvat, I.: Bagremovina, Šum. encikl. Sv. 1. 2 izd. JLZ Zagreb 1980.
6. Horvat, I.: *Tehnologija drva*, I. dio, Zagreb 1976.
7. Kollmann, F.; Cote, W.: *Principles of Wood Science and Technology*, New York 1968.

Tabela 11. Čvrstoća na udarac (J/cm²) i dinamička kvota

	Ispitivani materijal	Göhre	Kollmann	Hrastovina	Jasenovina	Bagremovina
Čvrstoća	16,9	13,5	13	6	6,8	10
Dinamička kota	26,90	23,60	121,9	12,5	14,5	19,1

Prof. dr Stanislav Sever, Vladimir Herak, dipl. ing. i
dr Vlado Golja, dipl. ing. stroj.
Šumarski fakultet – Zagreb

PRILOG PROUČAVANJU RADA TRAČNIH PILA TRUPČARA

1. Uvod

Ništa nije tako savršeno da se ne bi moglo unaprijediti, sentenca je kojom se nedavno javnosti obratio jedan naš proizvođač opreme za drvenu industriju. To je istina koje smo svi svijesni. Naime, procesi koji se odvijaju tijekom prerade drva od sirovine do gotovog proizvoda, bez obzira što su predmetom mnogih istraživanja, još uvijek se mogu unapređivati. Djelotvorno korištenje sve skupljih proizvodnih kapaciteta, osnovni je zadatak svake proizvodnje. Cjelovitost u pristupu istraživanja, obradi i iskazu rezultata, te donošenja zaključaka, vodi optimizaciji proizvodnih procesa.

Ovaj rad je prethodno priopćenje jednog takvog istraživanja provedenog na tračnoj pili trupčari. U interdisciplinarnom istraživanju je sudjelovao veći broj istraživača Zavoda za istraživanja u drvnjoj industriji (ZIDI) Šumarskog fakulteta u Zagrebu, osiguravajući traženu cjelovitost pristupa pri rješavanju traženih zadataka. Rad iznosi metode ispitivanja, njegove ciljeve te očekivane rezultate.

2. Problematika i cilj istraživanja

Da bi se definirao problem istraživanja, korišten je elementarni kibernetički model; tračna pila trupčara tretira se kao sustav čiji je zadatak osiguranje određenih izlaznih veličina na osnovu zadanih ulaza. Pritom je potrebno sustav postaviti u takve radne uvjete da optimalno izvršava svoj zadatak. Kao optimum obično se u stručnoj literaturi navodi maksimum prijenosne funkcije koja se odvija u promatranom sustavu. S takvim se kriterijem pri provođenju pokusa i ocjenom njegove valjanosti služilo u radu.

Određenje maksimuma prijenosne funkcije je moguće uz poznavanje zakonitosti koje vladaju u proizvodnom sustavu. Da bi se te zakonitosti ustanovile, pristupilo se kompleksnom istraživanju rada tračne pile trupčare. Prema vrsti provedeno proučavanje tračne pile spada u grupu tzv. laboratorijsko-eksploatacijskih istraživanja.

3. Mjeriteljski postupak

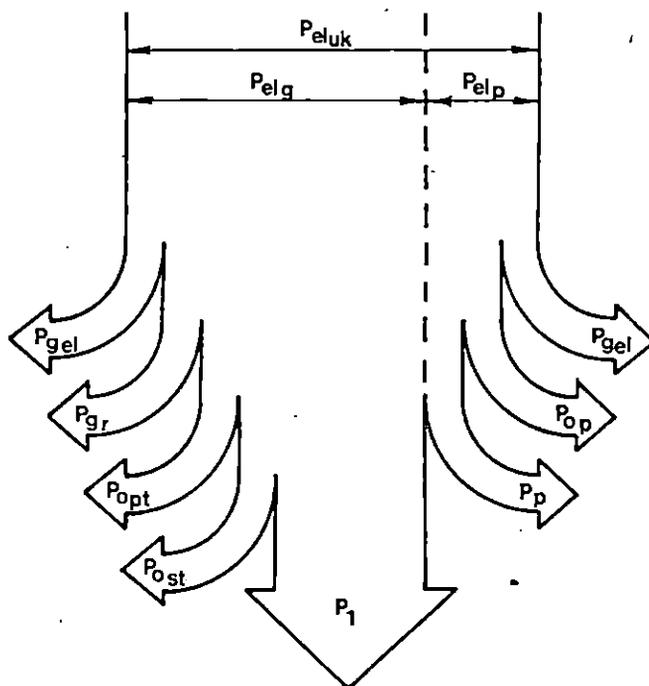
Korišteni mjerni lanci omogućavali su za vrijeme pokusa kontrolu tehnološko-tehničkog sustava. Dijelom su se radni uvjeti mijenjali kontrolirano, npr. posmična brzina, visina piljenja i sl., dijelom su mijenjani neposrednim radom alata (zatupljenje oštrice), a dijelom su promjene bile slučajnog karaktera (kvaliteta trupaca).

U daljem tekstu su opisani primijenjeni mjerni lanci.

Mjerenje veličina gibanja i snaga potrebne za glavno i posmično kretanje

Tok snage pri radu tračne pile trupčare prikazan je na slici 1 pomoću tzv. Sankeyevog dijagrama. Lijevi ogra-

nak odnosi se na prijenos snage glavnog kretanja, dok se desni ogranak odnosi na prijenos snage posmičnog kretanja.



Slika 1. Shematski prikaz toka snage tračne pile trupčare

Popis oznaka korištenih u dijagramu na slici 1:
 P_{eluk} – ukupna električna snaga

P_{elg} – električna snaga glavnog kretanja

P_{elp} – električna snaga posmičnog kretanja

P_{gel} – gubici elektromotora (dijelom su određeni proračunom, a dijelom mjerenjem te iskazani u približnom pogonskom dijagramu)

P_{gr} – gubici u remenskom prijenosu (računani su kao razlika između mehaničke snage elektromotora i snage određene na pogonskom kotaču)

P_{opt} – gubici vlastitih otpora pogonskog kotača

P_{ost} – gubici vlastitih otpora slobodnog (naponskog) kotača

P_{op} – gubici vlastitih otpora posmičnog kretanja

P_p – snaga posmičnog kretanja

P_1 – snaga piljenja

Za određenje tokova snage glavnog kretanja izabrana su dva mjerna mjesta; prvo je bila ulazna električna snaga pogonskog motora, a drugo vratilo pogonskog kotača. Opterećenje pogonskog motora su činile sljedeće sastavnice:

1. Snaga praznog hoda $P_{g_{el}}$
2. Snaga kretanja pogonskog kotača $P_{o_{pt}}$

gubici prijenosa računani su iz izraza:

$$P_{g_r} = P_{el} - P_{g_{el}} - P_{o_{pt}}$$

3. Snaga slobodnog kretanja sustava za prijenos gibanja i glavnog kretanja P_o

4. Snaga piljenja P_{elg} . Na osnovu izmjerene električne snage pri piljenju može se iz poznatih relacija odrediti sila piljenja te jedinični otpor piljenja koji uz posmičnu silu mogu poslužiti kao pouzdani pokazatelj istrošenosti alata:

$$P_r = P_{elg} - P_o = F_{ru} \cdot v_g = k_s \cdot S_z \cdot b \cdot \frac{h}{t} \cdot v_g \dots (1)$$

gdje je:

- F_{ru} – ukupna sila piljenja
- v_g – brzina piljenja
- S_z – posmak po zubu
- b – širina propiljka
- h – visina reza
- t – korak zuba
- k_s – jedinični otpor piljenja

Iz jednadžbe (1) vidi se da za izračunavanje jediničnog otpora piljenja treba odrediti i vrijednosti posmične brzine, što je jedan od razloga mjerenja parametara posmičnog gibanja i snage.

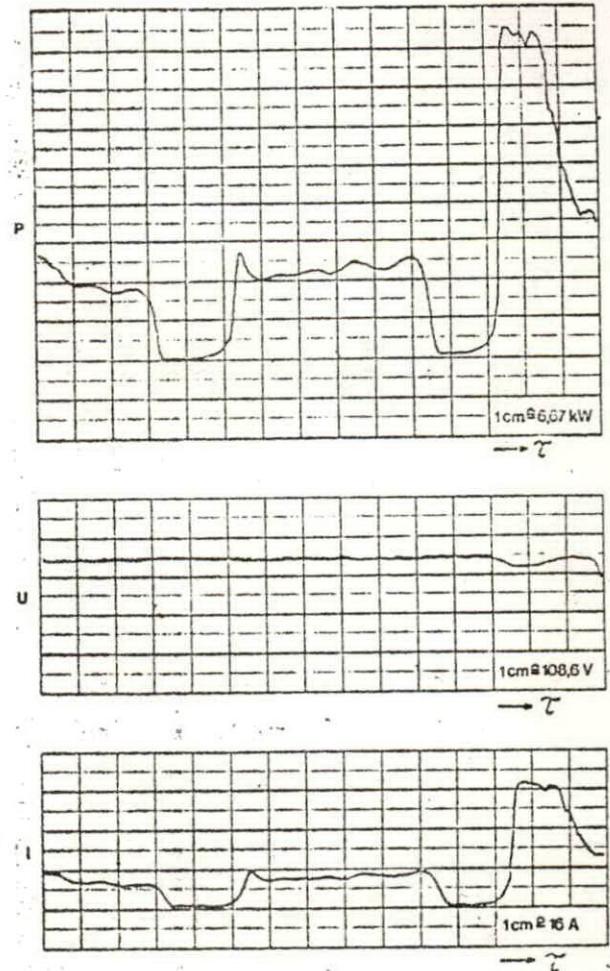
Mjerenje električne snage provodilo se pomoću tzv. registrirajućeg električnog vatmetra; istovremeno se zapisivala na papirnatu traku jakost električne struje, napon i snaga. Izgled zapisa prikazan je na slici 2.

Mjerenje mehaničke snage na vratilu pogonskog kotača obavljeno je mjerilom okretnog momenta dobivenog tzv. prepariranjem pomoću elektrotopornih mjernih traka (dobivanje mjernog pretvornika), pojačala električnih signala i pisala. Istovremeno je činjen zapis zakretnog momenta i frekvencije vrtnje pogonskog kotača. Snaga se potom određivala iz izraza:

$$P_m = M_t \cdot \omega$$

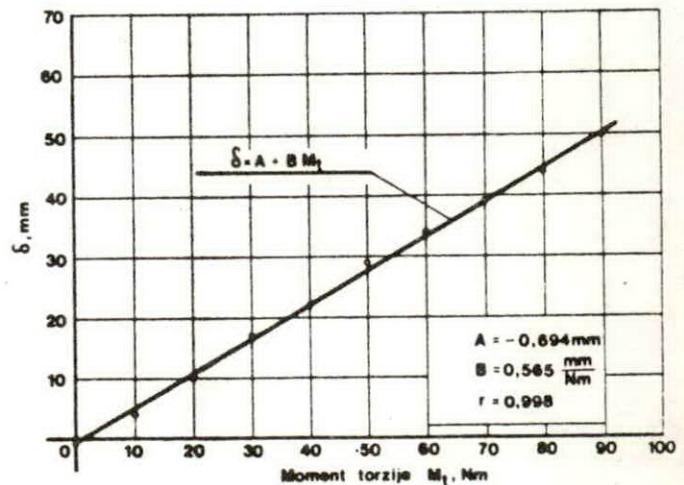
Kao što je navedeno, u svrhu mjerenja momenta pogonsko vratilo pile je pomoću tenzometrijskih traka pretvoreno u tzv. torzijski dinamometar, a potom se obavilo njegovo umjeravanje opterećivanjem poznatim zakretnim momentima. Ovisnost između istezanja iskazanog otklonom instrumenta i vrijednosti zakretnog momenta prikazana je na slici 3.

Vrijednosti dobivene umjeravanjem izjednačene su



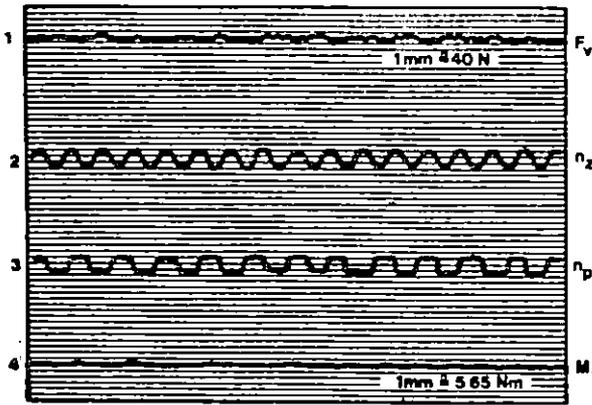
Slika 2. Zapis jakosti električne struje, napona i snage pomoću višenamjenskog registrirajućeg vatmetra

linearnom regresijom. Vrijednosti parametara jednadžbe i koeficijenta korelacije dani su na slici 3.



Slika 3. Ovisnost istezanja i zakretnog momenta

Izgled zapisa zakretnog momenta i frekvencije vrtnje prikazan je na slici 4. Dok se 3. i 4. veličina (n_p i M_t) odnose na glavno kretanje, veličine 1 i 2 odnose se na prijenos gibanja i snage posmičnog kretanja.

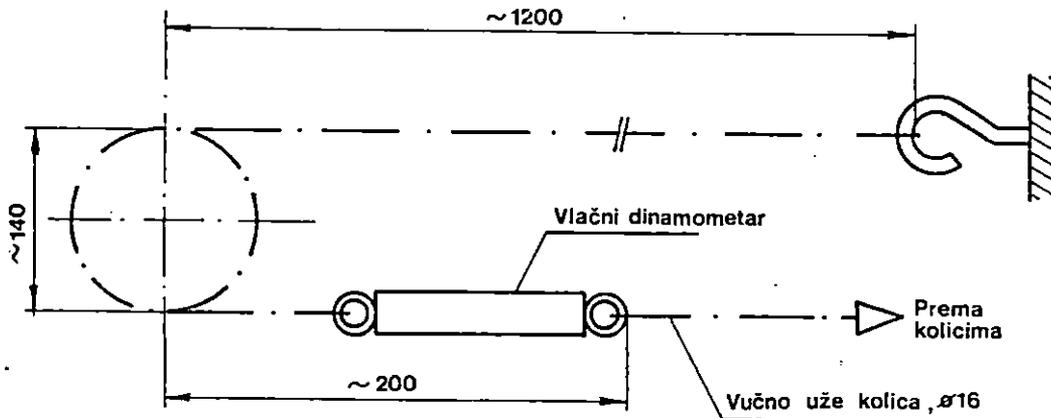


Slika 4. Zapis zakretnog momenta, frekvencije vrtnje pogonskog kotača, vučne sile užeta kolica i frekvencije zubi zupčanika

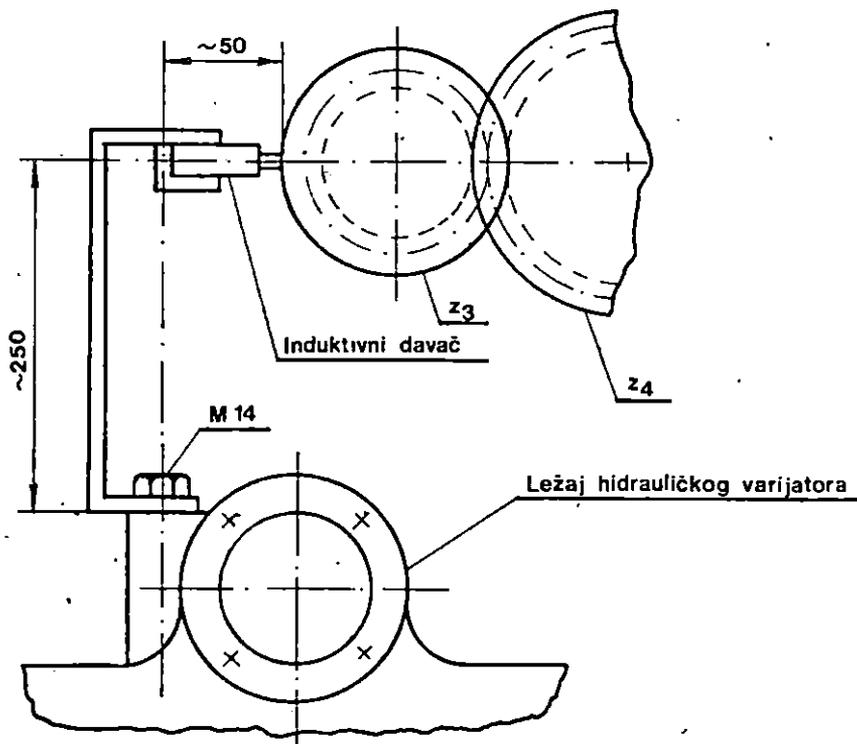
Za mjerenje parametara gibanja i snage posmičnog kreta (kolica), korišten je isti mjerni lanac kao i pri mjerenju glavnog kretanja. Pomoću univerzalnog vlačnog dinamometra s mjernim trakama ustanovljavana je vučna sila voznih kolica trupčare, slika 5.

Induktivnim davalom postavljenim uz jedan zupčanik za pogon kolica, mjerena je frekvencija vrtnje tog prijenosnika. Mjesto ugradnje induktivnog davača prikazano je na slici 6.

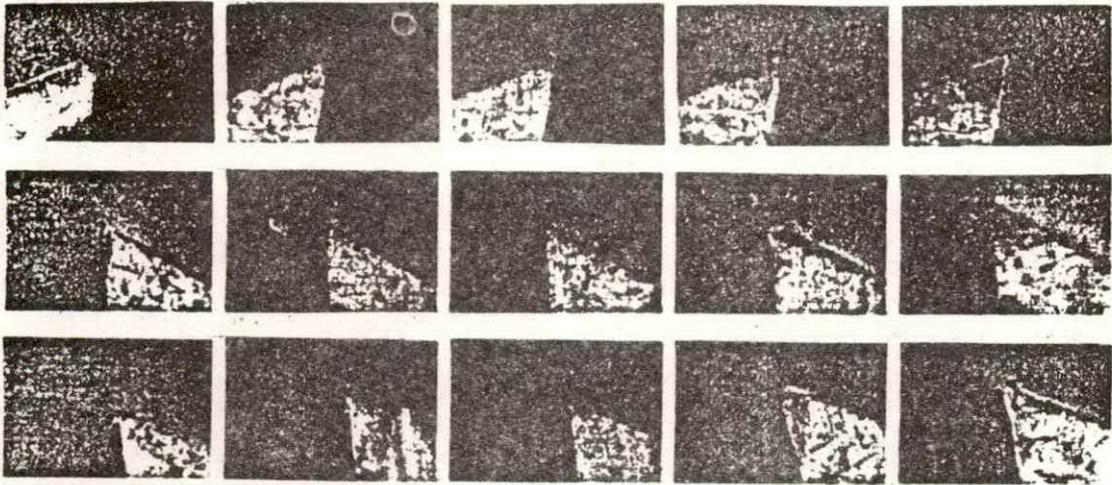
Budući da je sustav za prijenos gibanja i snage od zupčanika do kolica sa stalnim prenosnim omjerom, bez mogućnosti klizanja, na osnovu frekvencije vrtnje zupčanika lako se izračunava posmična brzina. Mjerenja su obavljena i u slobodnom kretu u cilju određenja vlastitih otpora. Razumljivo je da je rast vlačne sile uzeta pri piljenju posljedica odrivne sile. Kako je već ranije rečeno, upravo odrivna sila može poslužiti kao dobar pokazatelj istrošenosti alata. Zapis sile u užetu i frekven-



Slika 5. Prikaz postavljanja vlačnog dinamometra na užetu privlačenja kolica



Slika 6. Mjesto ugradnje indukcijskog davača, za mjerenje frekvencije zubi zupčanika



Slika 7. Snimci reznih bridova: a) oštri rezni brodovi
b) rezni bridovi nakon 1 sata rada
c) rezni bridovi nakon istrošenja

cija vrtnje zupčanika je ostvaren na istom pisalu kao i zakretni moment vratila pogonskog kotača.

Priprema alata također je kontrolirana. Dinamika zatupljenja reznog brida snimana je fotografskim aparatom preko mikroskopa. Snimke reznih bridova na početku rada, nakon 1 sata efektivnog rada i prije ponovnog oštrenja, prikazuje slika 7. Za svaki pokus je snimano po 30 kontrolnih zubi.

4. Tehnološka mjerenja

Već je u uvodu rečeno da je cilj mjerenja cjelovito zahvaćanje procesa piljenja na tračnoj pili trupčari. Tim ciljem su uz sva spomenuta mjerenja provedena i tehnološka mjerenja.

4.1. Zadatak

Postavljen je zadatak:

- istražiti značenje broja trupaca u uzorku za probno piljenje na pouzdanost prosječne vrijednosti iskorišćenja trupaca,
- istražiti kvalitativno i kvantitativno neke od elemenata koji su značajni za iskorišćenje trupaca, kao: dimenzije i kvaliteta trupaca i način piljenja, i
- pod iskorišćenjem analizirati kvantitativno, kvalitativno i vrijednosno iskorišćenje.

4.2. Uvjeti istraživanja

Istraživanja baziraju na eksperimentalnom piljenju unaprijed, u šumi, odabranih i pripremljenih trupaca na Nastavno pokusnom šumskom objektu Zalesina, Šumarski fakultet, Zagreb. Eksperimentalno piljenje provedeno je u dva dijela:

- **probno piljenje** radi provjere metodike rada; ispiljeno je 20 m^3 trupaca,
- **eksperimentalno piljenje** u svrhu istraživanja postavljenog zadatka istraživanja; ispiljeno je 230 m^3 trupaca.

Način piljenja, manipulacija trupcima i piljenom građom, prilagođeni su potrebama eksperimentalnog piljenja. Kompletna linija tračne pile radila je za potrebe eksperimentalnog piljenja.

Za uzimanje potrebnih elemenata rad se odvija na četiri radna mjesta:

1. Priprema trupaca
2. Način piljenja i elementi piljenja
3. Eksploatacijske karakteristike stroja
4. Sortiranje i preuzimanje piljene građe

Debljine piljenica (prema postojećim komercijalnim potrebama) bile su nominalno 24 mm i 48 mm.

4.3. Priprema trupaca

U svrhu eksperimentalnog piljenja trupci su grupirani u dvije grupe:

1. Debljinski podrazred 3 b (35-39 cm) II klase kval.
2. Debljinski podrazred 4 b (45-49 cm) II klase kval.

Svaki trupac izmjeran je i kvantitativno upisan.

4.4. Način piljenja i elementi piljenja

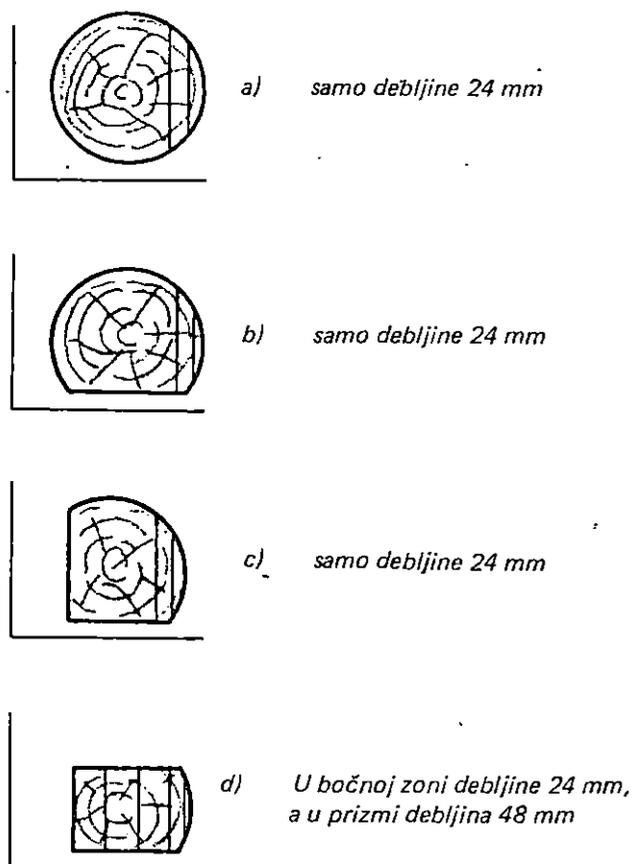
Eksperimentalno piljenje vršeno je u pilani uobičajenim kružnimnačinom (sl. 9a-9d), na tračnoj pili „BRENTA“ model ETYELEC-TELEMATIC 1400 mm. Kolica duljine 6,5 m s četiri elektromehanička hvatača, maksimalne udaljenosti od lista pile 1000 mm. Pogon kolica hidrauličnim varijatorom. Brzina gibanja 0-90 m/min u oba smjera.

Način piljenja i okretanja trupaca prikazani su na slici 8.

Visina prizma $v = 0,7 \cdot d$. Promjer d je srednji promjer podrazreda.

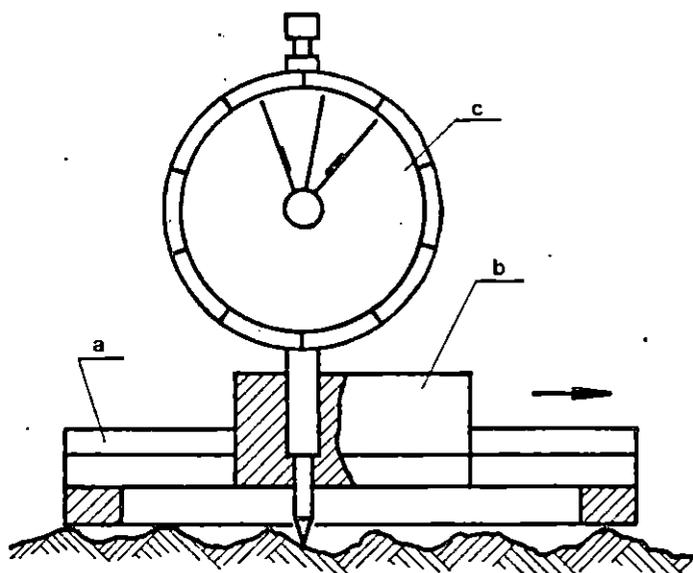
Za 3b debljinski podrazred ($d_s = 37 \text{ cm}$) visina prizme je $v = 27 \text{ cm}$.

Za 4b debljinski podrazred ($d_s = 47 \text{ cm}$) visina prizme je $v = 32 \text{ cm}$.



Slika 8. Način piljenja i okretanja trupaca

U toku samog piljenja na jednoj piljenici i na posebnom uzorku (u tu svrhu propiljenim prizmama) mjerena su odstupanja površine piljenja od idealne ravnine piljenja. Kontrola je vršena pomoću uređaja prikazanog na slici 9.



Slika 9. Shematski prikaz mjerenja odstupanja površine piljenja od idealne ravnine piljenja; a – oslona ploha, b – držač mjerila, c – komparator

4.5. Piljena građa

Piljena je normalna građa i to:

- okrajčena građa komercijalne duljine i
- okrajčena građa kratice i kratke

Sva građa ispiljena je pod jednakim ili što je bilo moguće više, sličnijim okolnostima.

4.6. Mjerenje trupaca i piljenica

Sva mjerenja i obračuni dimenzija i volumena, trupaca i piljenica, vršeni su prema propisima JUS-a.

5. Očekivani rezultati istraživanja

Na osnovu iznijetog može se ocijeniti obujam i obuhvatnost istraživanja. Mjerenja su obavljena kroz sve vrijeme postojanosti alata (za vrijeme između dva oštrenja). Analizom rezultata mjerenja utvrdit će se sljedeće ovisnosti:

- ovisnost jediničnih otpora piljenja o kvaliteti trupaca,
- ovisnost jediničnih otpora piljenja o zatupljenju reznog brida zuba pile, odnosno o vremenu efektivnog rada,
- ovisnost jediničnih otpora piljenja o posmičnoj brzini,
- ovisnost kvalitete pilne plohe o veličini posmične brzine,
- ovisnost kvalitete ravnine piljenja o istrošenosti alata,
- odnosno o vremenu efektivnog rada alata.

6. Zaključak

Kao što je naglašeno već u uvodu, radom se željelo ukazati na potrebu sličnih istraživanja kao i na nužnost cjelovitog pristupa pri rješavanju sličnih problema. Rezultati mjerenja će biti naknadno objavljeni u stručnoj literaturi. Isti će poslužiti kao podloga za unapređenje rada tipa stroja na kojem su obavljena istraživanja, dok će neki biti i šire primjenjivi. Međutim, još jednom se želi ukazati na činjenicu da jedino neposrednom kontrolom procesa možemo u njemu, poduzimati valjane promjene.

Ovaj napis završavamo njegovim početkom: Sve je moguće unaprijediti, no to često nije ni lako niti jednostavno!

Ovaj napis završavamo njegovim početkom: Sve je moguće unaprijediti, no to često nije ni lako niti jednostavno!

Literatura

1. R. M. Ayres: Resources, Environment Economics. Application of the Materials Energy Balance Principle, John Wiley Sons, New York 1978.
2. M. Brežnjak, V. Herak: Kvaliteta piljenja na suvremenim primarnim pilanskim strojevima, Drvena industrija, Zagreb 1970.
3. V. Golja: Mjerni lanci kod optimizacije režima rada na strojevima s konstantnom brzinom rzezanja, JU-KEM '86, Beograd 1986.
4. V. Golja: Optimisation of Cutting Proces on Woodworking Machines with Constant Cutting Speed. IUFRO, Ljubljana 1986.

NEKA ISTRAŽIVANJA U VEZI SA UPOTREBOM TANKOG LISTA KRUŽNE PILE KOD RASPILJIVANJA TANKE BUKOVE OBLOVINE

1. Uvod

Praktični rad u posljednje tri godine primorao nas je da počnemo razmišljati o tehnologiji prerade tanke oblovine. Kod ovog smo naišli na pojedine probleme koji još nisu stručno dovoljno objašnjeni. Problemi obrade jelovine obrađeni su u literaturi u znatnoj mjeri, ali su i na ovom području neke stvari još neobjašnjene. Potpuno je, međutim, nejasna situacija u vezi sa obradom bukovine. Valja priznati da se na tom području već mnogo radilo. Ispostavilo se da ovome treba pristupiti interdisciplinarno. Prosto prenošenje tehnologije četinjača i listača pokazalo se kao neprihvatljivo. Zbog toga smo počeli razmatrati probleme, specifične za ove dvije vrste drveća.

2. Karakteristika malih oblica

2.1. Male oblice četinjača slijedećih su karakteristika:

- prečnici na tanjem kraju od 14-19,9 cm kod padanja prečnika može se govoriti o zakonitostima
- usljed punodrvnosti mogu se piliti relativno duge oblice
- pravost oblice omogućuje relativno dugu oblicu
- raspored čvorova ima svoje zakonitosti

2.2. Male oblice bukve

- prečnici od 14-19,9 cm; kod pada prečnika se ne može govoriti o nekim zakonitostima. Usljed toga prisiljeni smo krojiti relativno kratke komade.
- male oblice bukovine po prirodi su krive – nepravilnih oblika. Ako želimo dobiti ravne trupce moramo ih krojiti. Posljedica toga je veliki broj kratkih komada. Analizom krojenja oblica kod 8.000 m³ oblica dobit će se slijedeće količine i broj komada prema dužinama.

	Broj komada	m ³
1 m	29.546	1.040
2 m	32.861	1.900
3 m	43.793	3.985
4 m	9.448	1.083
	115.822 kom	8.008 m ³

- problem kore. Bukovina se raspiljuje u kori
- relativno mala koncentracija količina.

Iz toga slijedi da je potrebno izraditi tehnologiju koja uzima u obzir sve karakteristike dobrih oblica.

Ako želimo da trupci budu ravni, potrebno ih je krojiti. Ta se radnja obavlja na mjestu za krojenje trupaca na stovarištu.

3. Izbor stroja za krojenje

Može se birati između gatera

- tračnih pila
- kružnih pila

Istražujemo u pogledu slijedećih relevantnih faktora:

- kapaciteta osnovnog stroja
- debljine (propiljka) reza
- finoća reza

3.1. Kapacitet

Kapacitet gatera

Ako se uzmu u obzir karakteristike sirovine kapacitet gatera je 12,96 m³ u jednoj smjeni. Napominjemo da piljenje kraćih komada na gateru nije moguće.

Pojedini proizvođači strojne opreme u Njemačkoj počeli su izrađivati dodavajuće uređaje (WD) za kratke komade, ali su upotrebljivi samo za jelovinu.

Tračne pile specijalno pripremljene za krojenje malih oblica. Nedostatak ovih pila je u nedovoljnim kapacitetima. Kapacitet na tračnoj pili je 8,51 m³ na smjenu.

Kružne pile – Kružne pile imaju najpovoljniji kapacitet – 15,3 m³ u jednoj smjeni. Jedina greška kružnih pila je prevelika debljina propiljka.

S obzirom na kapacitet najpovoljnije piljenje je pomoću kružne pile.

3.2. Debljina propiljka

Najpovoljniji rezultat dobija se kod krojenja tračnom pilom, zatim gaterom i najslabiji rezultat – kružnom pilom.

3.3. Finoća propiljka

Finoća propiljka kod krojenja malih oblica je problematična.

4. Krojenje pomoću tankih listova pile

Poznato je da postoji korelacija između prečnika trupca na tankom trupcu i optimalne debljine daske te udaljenosti daske od sredine trupca prema periferiji. Taj se odnos može izraziti jednačinom:

$$d_d = f(a; D_{kar}; \frac{1}{\cos \alpha})$$

$$d_d = \left[-1,16 - 1286,67 (a) \right] + \left[0,02 + 3,51 (D_{kar}) \right] \cdot 1n \frac{1}{\cos \alpha}$$

a = pad prečnika

D_{kar} = prečnik trupca na tanjem kraju

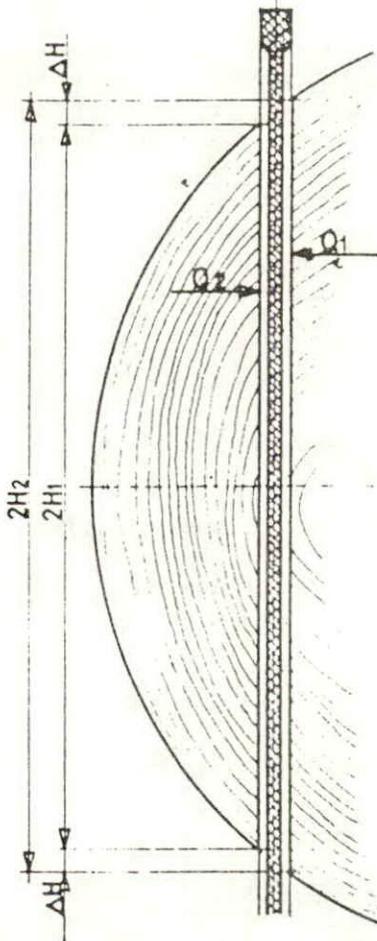
$\frac{1}{\cos \alpha}$ = udaljenost daske od centra trupca

U našem primjeru govorimo o tankoj oblovini. Iz ovog slijedi da se radi sa kratkim i tankim sortimentima. Osim toga ovdje je potrebna preciznost i finoća reza. U suprotnom imat ćemo kod blanjanja dasaka veliko oduzimanje. Kod uvažavanja svih relevantnih faktora piljenja dolazi se do zaključka da je krojenje tankih malih bukovih oblica najracionalnije pomoću kružnih pila. Potrebno je riješiti samo debljinu i finoću propiljka.

Što se zapravo događa u listu pile prilikom piljenja tanke oblice?

Ako list pile montiramo na radno vreteno na klasičan način tj. centrično, naići ćemo na slijedeće teškoće:

1. Kod piljenja nastaje toplota. Ova se toplota akumulira u listu pile uzrokuje deformaciju lista.
2. Deformacija lista uzrokuje zaplitanje pile.
3. Problem raste tako što kod piljenja trupaca krojimo asimetrično.



Slika 1.

Pri ovome se jedna strana zagrijava više od druge. List pile se počinje kriviti s vanjske strane. (Kod krojenja prizme ovo se ne dešava). Pri tome bok lista pile počinje klizati uz drvo, toplota se povećava, deformacija je sve veća i list pile zadimi.

Kod rješavanja problema došli smo do slijedećih zaključaka.

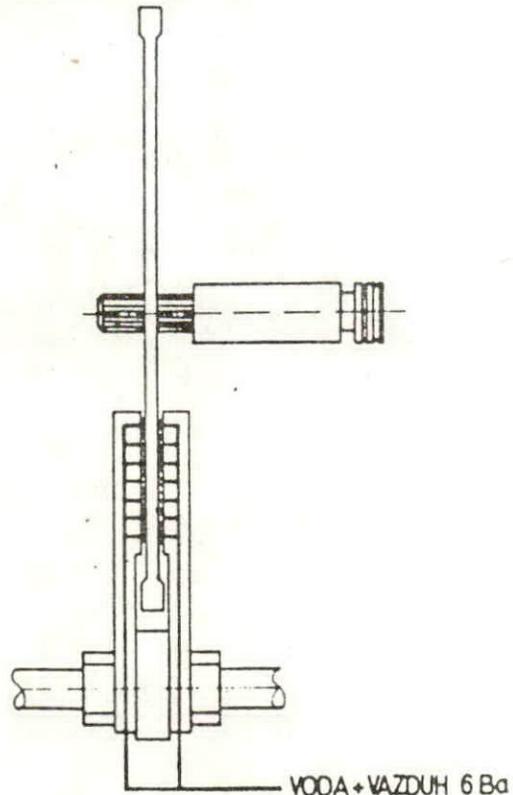
1. Tehnologija zahtijeva što tanju debljinu propiljka. Treba konstruirati što tanji list pile. A tanji list pile opet podvrgnut je djelovanju toplote.

2. Trebalo je list održati hladnim, što znači odvoditi toplotu iz lista ili ga hladiti.

Prihvatili smo se konstrukcije uređaja za hlađenje i učvršćivanja lista. Opiti su pokazali da je nemoguće učvrstiti list kružne pile direktno na radno vreteno. List smo učvrstili na uzljebljeno vreteno tako što smo uzeli list sa rupom u kojoj je također načinjen takav žljeb. Vođenje lista izvršili smo pomoću dvije vodeće ploče koje su međusobno povezane veznim komadom. S unutrašnje strane vodilice na mjestu klizanja kružne pile ploča je prevučena bijelim metalom. Zadaća bijelog metala je uvjetovati što bolje klizanje lista kružne pile kroz obradak. List kružne pile je na taj način uležajen. Svaki ležaj potrebno je podmazivati. Podmazuje se vodom, što je najjeftinije.

Centriranje lista vrši se pritiskom zračnog mlaza. Tako se stvara mješavina zraka i vode pod pritiskom od 6 Bar. Zrak tačno namješta list na toleranciji 0,1 mm. Trebalo je još samo riješiti pitanje hlađenja lista.

Toplota koja nastaje prilikom piljenja mora se odvoditi. Odvod toplote najlakše se izvrši pomoću uparavanja vode koja se koristi za podmazivanje ležaja. Mora zapravo stvoriti režim za dovođenje takve količine vode koju proizvedena toplota može upariti. Time se održava konstantna toplota lista. U praksi sistem izgleda kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2.

Rezultat istraživanja

Rezultat istraživanja bio je izrada prototipa dvaju agregata koje smo povezali tako da djeluju paralelno i namještaju se iz sredine. Samo piljenje na kolica 100 m

debljine daje nam slijedeće rezultate:

1. Brzina dodavanja je 60 m/min
2. Preciznost propiljka je 0,1 mm
3. Dobija se obrađeni propiljak — finoća propiljka je odlična

4. Debljina fuge je 3,1 mm

Upotreba piljenja tankim listovima je kod krojenja malih oblica, krojenje prizama, krojenje dasaka u letvice

Krešimir Babunović, dipl. ing.
Šumarski fakultet — Zagreb

PRILOG ISTRAŽIVANJU SUSTAVA: LIST TRAČNE PILE — TOČNOST DIMENZIJA PILJENICA

Prethodno saopćenje

1. Uvod

Obzirom na spori rast stabala i veliku iskorištenost šuma, te sve veće potrebe za piljenom građom, pilanskoj se industriji nameću i novi tehnološko-ekonomski zadaci. U troškovima proizvodnje piljenog drva, učešće vrijednosti sirovina, tj. pilanskih trupaca, kreće se u Evropi od oko 50 do 80%. Kod nas se to učešće kreće u granicama od 60-70%. Ovaj podatak sam po sebi jasno govori o potrebi što boljeg kvantitativnog iskorišćenja na pilanama ovako skupe sirovine.

Naša se zemlja, po šumovitosti i proizvodnji drvne mase ubraja među prve zemlje Evrope. Posjedujemo relativno razvijenu drvenu industriju, čiji se proizvodi mogu susresti na tržištima cijelog svijeta, gdje je prisutna vrlo oštra konkurencija i borba za plasman. Konkurenciju ćemo izdržati budemo li se uklopili u kvalitet i cijene, a to znači da sirovinu treba prerađivati na najracionalniji način uz najniže proizvodne troškove.

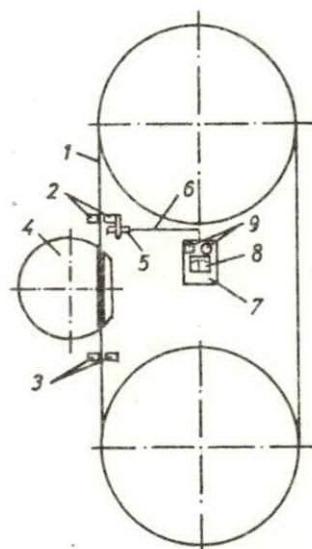
2. Cilj istraživanja

U okviru napora koji se vrše kod nas da bi se pilanska prerada razvila u visoko razvijenu i modernu industriju, pitanje utjecaja preciznosti, odnosno, nepreciznosti piljenja na kvantitativno iskorišćenje, zauzima vrlo važno mjesto. Pri tom se misli na nejednoličnost u debljini piljenica, do kojih dolazi u toku raspiljivanja trupaca na primarnom stroju. Naime, piljenice, ispiljene na bilo kojoj pili, nemaju na svakom mjestu potpuno jednaku debljinu. Ta razlika od nominalne debljine, posljedica je većeg broja faktora od kojih su najvažniji uređenje i stanje stroja, karakteristike i uređenje lista pile, brzina pomicanja kod piljenja te karakteristike i kvaliteta trupaca.

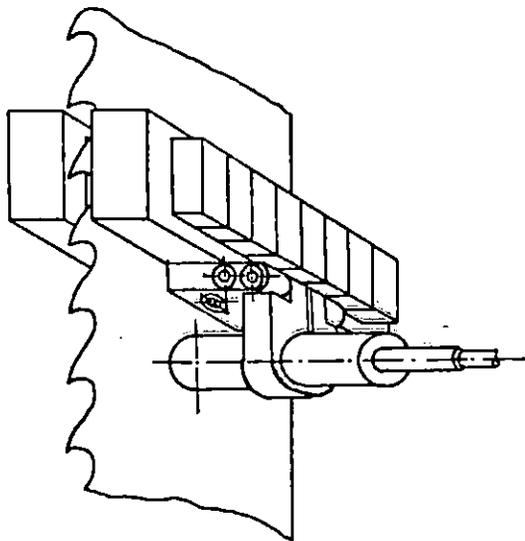
Da bi piljenice za isporuku imale željene dimenzije, one se pile s uvećanim dimenzijama, odnosno nadmjera. Nadmjere se dodaju zbog utezanja drva, hrapavosti piljene površine, netočnosti piljenja i dr. Što se tiče nadmjere uslijed netočnosti piljenja, za pilansku je tehnologiju najznačajnije odstupanje u debljim piljenicama. Prema istraživanjima u SFRJ (Brežnjak, M.), uz manje više

napr. za prozorske kapke. Otvara nam mogućnost konstrukcije strojeva za specijalne svrhe. Trenutno konstruiramo stroj za krojenje bukovih malih oblica. Treba reći da je sredstva za istraživanje konstrukcije i prototip dala Strojna industrija KOVIND Unec. Prototipovi nastaju kao rezultat suradnje proizvodnje strojnih uređaja i naše radne organizacije.

normalne uvjete piljenja, veličina jedne standardne devijacije netočnosti piljenja u mm iznosi za tračne pile trupčare 0,3 — 0,7 mm. Iz navedenog je vidljivo da je potrebno izvršiti određena istraživanja zbog potreba smanjenja nadmjera. U tom je smislu konstruiran uređaj za mjerenje lateralnih vibracija lista tračne pile, koji bi trebao naći svoju primjenu u proizvodnim uvjetima. Radi se o elektronskom uređaju, čiji se osjetljivlač smješta na gornju vodilicu tračne pile i registriira odstupanja lista pile u toku rada, od njegovog praznog hoda. Uz pretpostavku da ovaj uređaj nađe svoje mjesto u proizvodnim uvjetima, operater na tračnoj pili bi u svakom momentu mogao uočiti eventualne devijacije lista pile koje uzrokuju odstupanja od nominalne debljine piljenica.



Slika 1. Shematski prikaz smještaja uređaja na tračnoj pili (1 — list tračne pile; 2 — gornja vodilica; 3 — donja vodilica; 4 — trupac; 5 — osjetljivlač; 6 — fleksibilni kabel; 7 — kućište uređaja; 8 — pokazivač odstupanja; 9 — kontrolne lampice)



Slika 2. Način smještaja osjetljivog uređaja na gornju vodilicu tračne pile

Na kućištu uređaja nalaze se dvije kontrolne lampice koje signaliziraju otklon lista tračne pile u lijevo, odnosno u desno, u odnosu na prazni hod lista. Uz pretpostavku da je list pile pravilno uređen i da je uzrok nepreciznosti piljenja u brzini pomicanja kolica, operater na tračnoj pili bi mogao odrediti optimalnu brzinu pomicanja pri svakom pojedinom rezu. Osim toga to bi bio značajan korak ka izradi algoritma optimalnog režima piljenja na tračnim pilama.

3. Diskusija

Nesumnjivo je da automatika i automatska regulacija nalazi sve intenzivniju primjenu i u drvenoj industriji.

Mr Milan Vukičević, dipl. inž.
Šumarski fakultet – Beograd

ALGORITAM MATEMATIČKIH MODELA MAKSIMALNOG KVANTITATIVNOG ISKORIŠĆENJA PRI PILJENJU SKROZ I PRIZMIRANJEM

1. Uvod

Prema složenosti operacija organizacija proizvodnje razlikuje:

- proste i
- složene tehnološke procese.

Prosti tehnološki procesi su oni kod kojih se izvršavaju istovrsne operacije bez obzira na njihov ukupan broj. Prost tehnološki proces je proces prerade drveta piljenjem, izrada parketa, broškog poda itd.

Složeni tehnološki procesi imaju čitav niz različitih tehnoloških operacija i to kako u ukupnom procesu, tako i po pojedinim radnim mašinama. Složene tehnološke procese imamo u proizvodnji građevinske stolarije, finalnih proizvoda od drvata i sl.

Pilarska proizvodnja na žalost do sada nije u većem opsegu koristila prednosti automatizacije. Usprkos sve široj ponudi stranih proizvođača opreme na području automatizacije, postepeno ovdje nalaze svoje mjesto i domaći proizvođači. Širina mogućnosti nabavke moderne opreme u cilju automatizacije procesa pilarske prerade, pokazuje i velike mogućnosti za njenu primjenu. Efekat koji ovakav korak opravdava mijenja se u zavisnosti o uvjetima u kojima se primjenjuju određena rješenja. Iz tog je razloga neophodno izraditi kompleksnu analizu sadašnjeg stanja u pilarskoj preradi i onog što se u njoj novo nudi, te na osnovi toga razraditi puteve ka uvođenju automatizacije.

4. Literatura

1. Brežnjak, M.: Pitanja od važnosti u vezi izbora i primjene primarnih pilarskih strojeva, Interna studija, Zagreb, 1972.
2. Brežnjak, M.: Utjecaj različitih uvjeta piljenja na važnije pokazatelje uspješnosti pilarske tehnologije, Interna studija, Zagreb, 1974.
3. Brežnjak, M.: Iskorišćenje bukovih pilarskih trupaca kod piljenja na tračnoj pili i jarmači, Drvena industrija 18(1967) 1/2:3-21.
4. Brežnjak, M.; Moen, K.: On the lateral movement of the bandsaw blade under various sawing conditions, Norsk treteknisk institutt, 1972.
5. Butković, Đ.: Utjecaj tehnologije piljenja na iskorišćenje jelovih trupaca, Drvena industrija 31(5-6), 129-136, 1980.
6. Robolj, V.: Tehnološka i ekonomska analiza osnovnih strojeva u žagarskoj proizvodnji, 1966.
7. xxx: Šumarska enciklopedija, JLZ, drugo izdanje, II Svezak, 633-664, 1983.

Možda je upravo ovakva podjela i dovela do shvatanja da se u pilarskoj preradi trupaca nema, sa organizacionog stanovišta, šta istraživati. Međutim, treba imati na umu da je pilarska prerada trupaca prva u preradi drveta koja je organizovana na principima masovne proizvodnje (lančani raspored radnih mašina i paralelno smenjivanje operacija u vremenu). Tokom njenog razvoja ti principi nisu merjani samo je postepeno, pomoću mehanizacije i automatizacije utovarno-istovarnih, tehnoloških i transportnih operacija, čovek oslobođan od napornog fizičkog rada što je sve imalo za rezultat veliki rast proizvodnosti rada i humanizaciju rada. Današnja strgarska postrojenja organizovana su na principima kompleksnih mehanizovanih, delimično automatizovanih ili automatskih proizvodnih linija tj.

linija koje obuhvataju proces od stovarišta trupaca pa sve do stovarišta reżane građe. Jasno je da se pri takvoj organizaciji proizvodnje znanja iz područja organizacije proizvodnih procesa i tehnologije prerade koja su bila dovoljna za procese sa pretežnim učešćem fizičkog rada ne mogu mehanički preneti na kvalitativno nove uslove, kao što je to uglavnom i urađeno. Kod takvih procesa samo precizno poznavanje parametara rada obezbeđuje optimalno funkcionisanje proizvodnog procesa. Ti parametri bi bili: apsolutno i relativno učešće operativnog vremena i vremena gubitaka iz organizacionih i tehnoloških razloga po pojedinim radnim mašinama i ukupno u smeni, standardna vremena rada. Proizvodne mogućnosti primarnih i sekundarnih mašina, stepen ravnornosti kapaciteta između pojedinih delova procesa i posebno između primarnih i sekundarnih mašina, optimalni plan piljenja, trajanje proizvodnog ciklusa kod datog plana piljenja itd.

Poseban značaj u istraživanjima organizacije proizvodnog procesa treba dati izboru optimalnog plana piljenja. Nepravilno sastavljen plan piljenja značajno snižava procenat iskorišćenja trupca, s jedne strane, i uslovljava veliki rast troškova proizvodnje, s druge strane. U takvim slučajevima poslovni efekti su znatno niži od onih koji se mogu očekivati u procesima sa visokim stepenom mehanizacije i automatizacije celokupnog proizvodnog procesa. Izrada plana piljenja na klasičan način, tj. pomoću računске mašine, olovke i papira uz korišćenje matematičkih modela iskorišćenja je vrlo složen i dugotrajan proces. Često puta se ne ispitaju sve moguće kombinacije sa ciljem izbora najbolje, upravo zbog te dugotrajnosti procesa. Efekat takvog rada je poznat, a to je smanjeno iskorišćenje trupca.

Ovaj rad ima dva cilja:

1. Rešavanje problema izrade osnova piljenja koje u datim uslovima obezbeđuju maksimalno kvantitativno iskorišćenje trupca i

2. Skraćenje samog postupka izrade osnova piljenja.

Izrada plana piljenja je složen posao s obzirom da on mora u svakom konkretnom slučaju obezbediti maksimalno:

- kvantitativno,
- kvalitativno i
- vrednosno iskorišćenje polazne količine trupaca.

Modeli računanja maksimalnog kvantitativnog, kvalitativnog i vrednosnog iskorišćenja, jasno je, različiti su ali im je krajnji cilj isti. Cilj je najpovoljnije iskorišćenje trupca prema zadatoj specifikaciji piljene građe.

Ispunjene oba cilja istovremeno izvodljivo je samo uz korišćenje računara. Realizaciju postavljenih ciljeva moguće je postići u sledeća četiri koraka:

KORAK I – Izrada algoritma matematičkih modela maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja pri piljenju trupca skroz i prizmiranjem.

KORAK II – Izrada programa na bazi urađenog algoritma. Pri izradi programa korišćen je programski jezik BASIC za računar SPECTRUM 48 KB.

KORAK III – Testiranje programa u cilju utvrđivanja tačnosti dobijenih podataka i efikasnosti primene i

KORAK IV – Praktična primena programa u proizvodnim uslovima.

2. Algoritam problema

Na slici br. 1 dat je algoritam problema. Program urađen prema datom algoritmu rešava problem maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja trupca pri:

- oštrom piljenju (piljenju skroz) i
- prizmiranju trupca.

2.1. Oštro piljenje

Kod oštrog piljenja na raspolaganju su sledeće mogućnosti:

- poznat prečnik trupca ili
- poznate debljine dasaka.

Naredni korak podrazumeva opredeljenje da li će se rezati daske:

- rastućih debljina, odnosno prema standardu ili
- jednakih debljina.

Dati program prema tome obuhvata rešavanje niza mogućih kombinacija, tabela br. 1.

Kako prilikom slaganja dasaka po standardu nije uvek moguće postići potpuno korišćenje nominalne zone predviđene su dve dodatne mogućnosti. Izbor jedne ili druge zavisice od širine neiskorišćenog dela. Te mogućnosti su:

- u središnji deo polovine nominalne zone ubacivanja prve deblje standardne daske od najdeblje dobijene ili
- u središnji deo polovine nominalne zone ubacivanja daske iste debljine koju ima najdeblja daska.

Ukoliko je širina neiskorišćenog dela nedovoljna za bilo koju od navedene dve mogućnosti proverava se mogućnost:

- ubacivanja u bočnu zonu dve standardne daske pri čemu je najdeblja jednaka ili tanja od najtanje dobijene slaganjem dasaka po standardu ili
- ubacivanje u bočnu zonu jedne standardne daske pri čemu je njena debljina jednaka ili manja od najtanje dobijene slaganjem dasaka po standardu.

Početna debljina daske u proračunu je uvek 18 mm za smrču/jelu, odnosno 25 mm za bukvu. Kako osnova za proračun može biti i piva deblja daska tj. 24 mm kod smrče/jele, odnosno 32 mm kod bukve proverava se procenat iskorišćenja trupca i u tom slučaju kako bi se videlo gde se dobija bolje iskorišćenje.

Kod rezanja dasaka istih debljina iz trupca poznatog prečnika na bazi određenog broja iteracija (ponavljanja) utvrđuje se pri rezanju kojih debljina se dobija najveći procenat iskorišćenja trupca. I u ovom slučaju obezbeđena je mogućnost ubacivanja dasaka u bočnu zonu kao što je to u predhodnom stavu objašnjeno, uz napomenu da pri tome dobijena debljina daske nema uticaj na debljinu dasaka u bočnoj zoni.

Ima slučajeva kada je na bazi zadatih debljina, rastućih prema standardu ili jednakih debljina, potrebno odrediti prečnik trupca iz koga će se izvršiti piljenje uz postizanje maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja trupca. Zbog toga je programski rešena i ta mogućnost.

2.2. Prizmiranje trupca

Kod prizmiranja postoje dve mogućnosti:

- poznat prečnik trupca ili
- poznata visina prizme (širina daske).

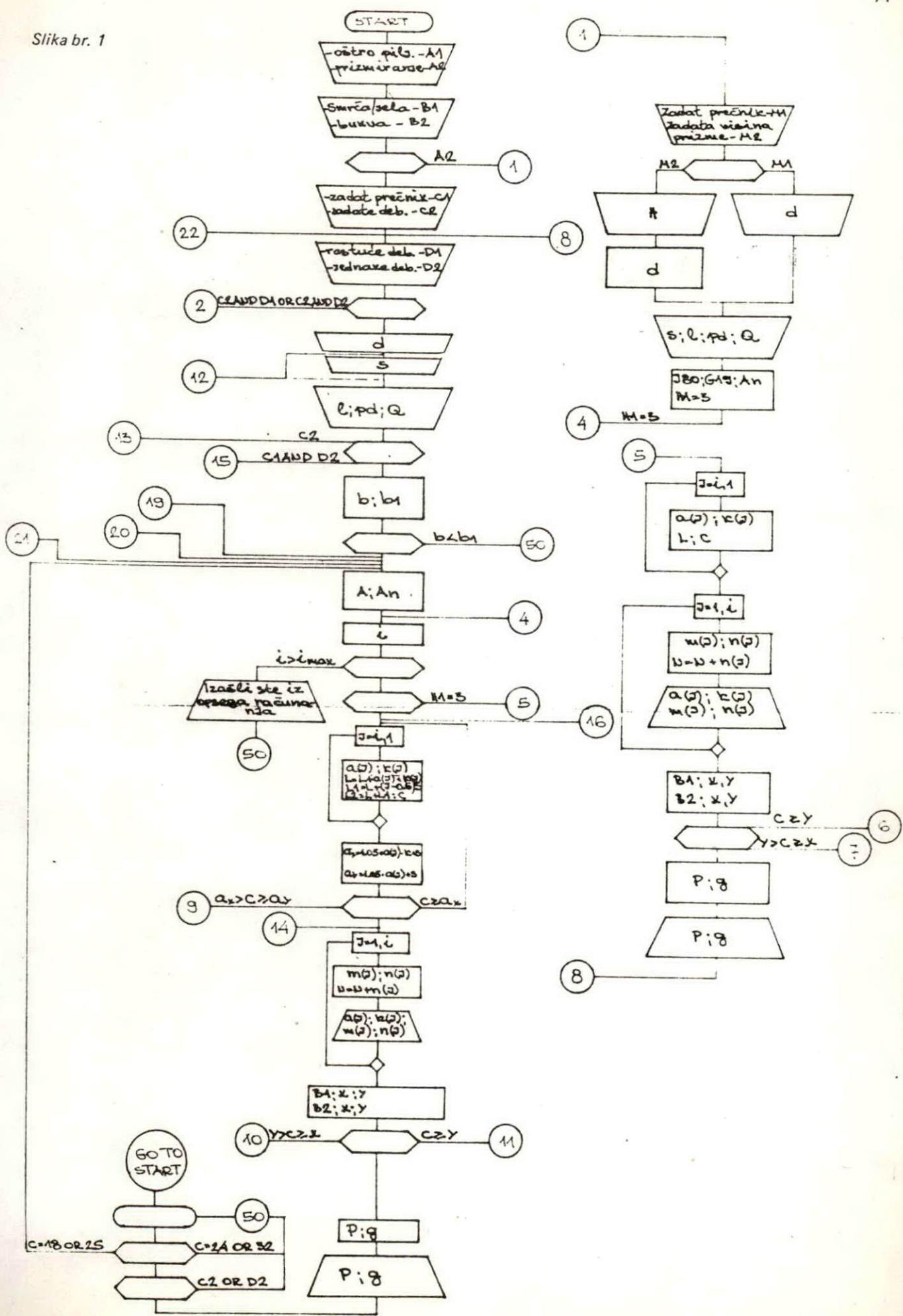
Tabela 1

Redni broj	Vrsta drveta	Poznat preč.	Poznate debljine	DEBLJINE		Poc. 18 (25)	Deb. 24 (32)	Prilog	Vreme izrade sec
				Rastuće	Jed.				
1.	smrča/jela	x		x					
1.1.	smrča/jela					x		1.1.	47
1.2.	smrča/jela						x	1.2.	42
2.	smrča/jela	x				x		2.	118
3.	smrča/jela		x	x				3.	42
4.	smrča/jela		x			x		4.	42
5.	bukva	x		x					
5.1.	bukva					x		5.1.	48
5.2.	bukva						x	5.2.	42
6.	bukva	x				x		6.	153
7.	bukva		x	x				7.	41
8.	bukva		x			x		8.	42
9.	smrča/jela	x		x					43

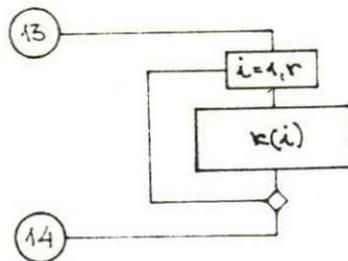
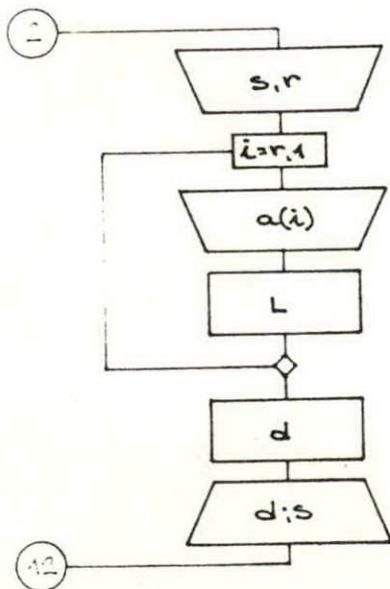
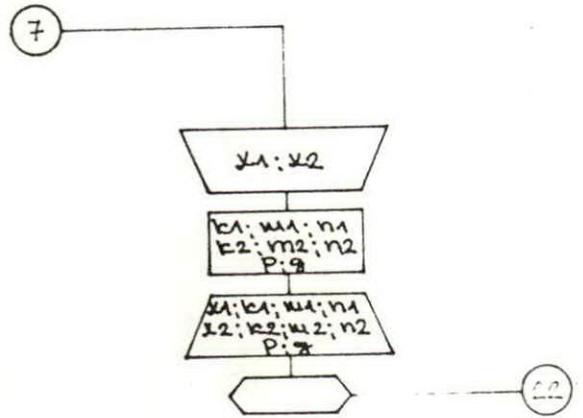
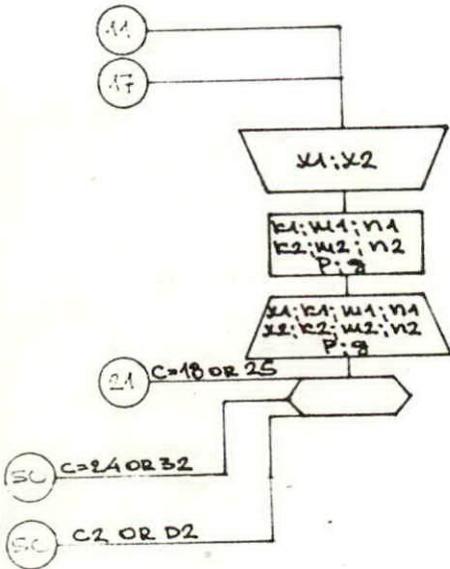
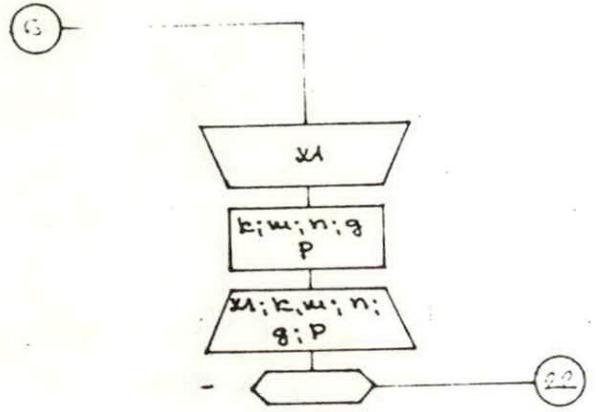
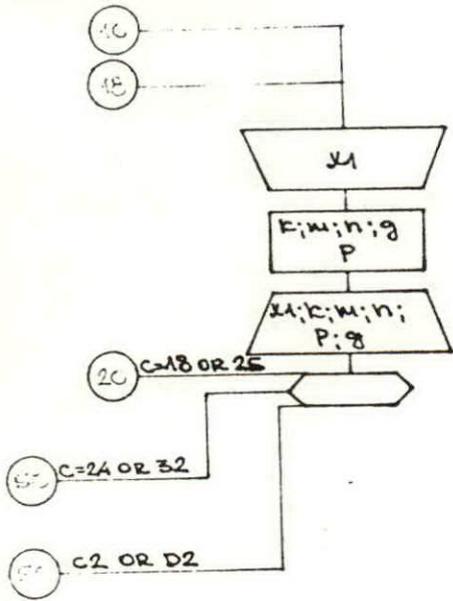
Tabela 2

Redni broj	Vrsta drveta	Poznat prečik	Poznata visina prizme	Razrezivanje prizme u daske		Prilog	Vreme izrade sec
				Rastuće	Jednake		
1.	smrča/jela						
1.1.	smrča/jela	x			x		10
1.2.	smrča/jela	x				x	11
1.3.	smrča/jela		x		x		12
1.4.	smrča/jela		x			x	13
2.	bukva						
5.1.	bukva	x			x		14
5.2.	bukva	x				x	15
5.3.	bukva		x		x		16
5.4.	bukva		x			x	17

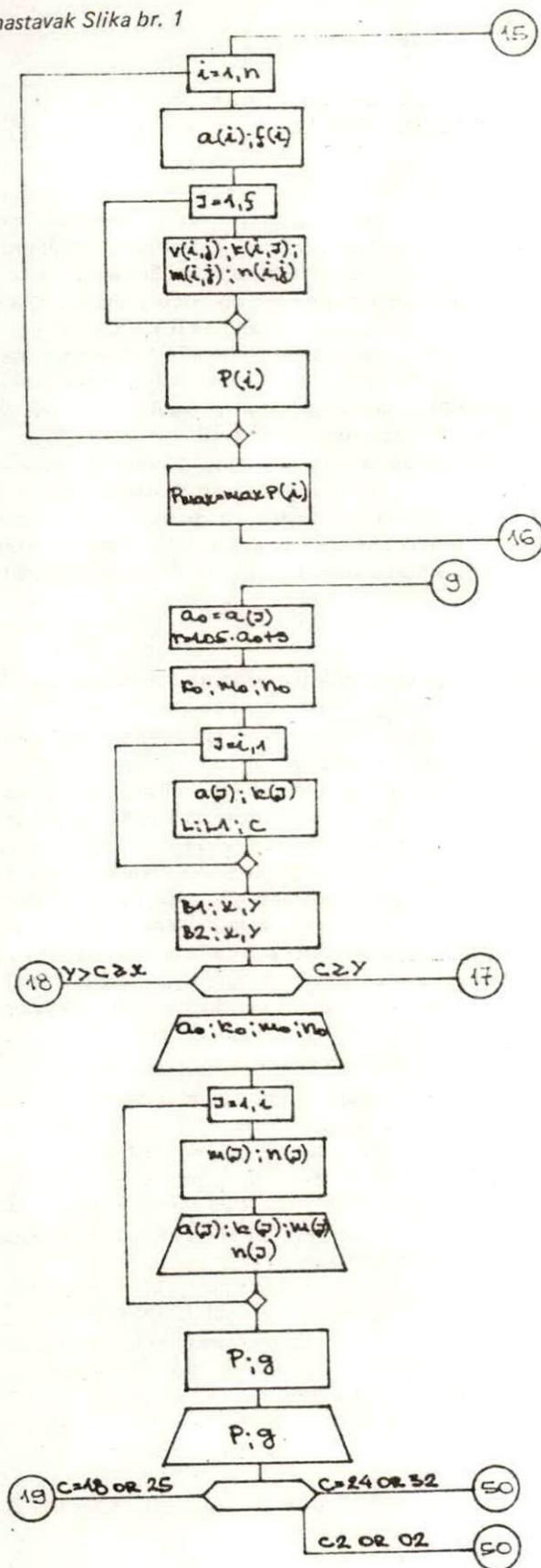
Slika br. 1



nastavak Slika br. 1



nastavak Slika br. 1



Za obe mogućnosti zajednički je korak u kome se opredeljuje za;

- nisko prizmiranje,
- normalno prizmiranje i
- visoko prizmiranje.

Neiskorišćeni bočni deo nominalne zone popunjava se primenom istih principa koji važe i kod izrade osnova piljenja pri piljenju trupca poznatog prečnika u daske rastućih debljina po standardu.

Razrezivanje prizme moguće je vršiti u daske:
- rastućih debljina prema standardu ili
- jednakih debljina.

Sve ono što je napisano za oštro piljenje važi i ovde tako da se to neće ponavljati.

Pregled mogućnosti kod prizmiranja dat je u tabeli broj 2.

Poslednja kolona u tabeli br. 1 i 2 pokazuje potrebno vreme za rešavanje jedne kombinacije pomoću računara. Time je omogućeno poređenje sa potrebnim vremenom pri klasičnom načinu izrade osnova piljenja.

3. Zaključak

Kratak opis mogućnosti urađenog programa pokazuje da su njime obuhvaćeni svi problemi koji se javljaju prilikom izrade osnova piljenja. Pored toga mogućnost greške pri izradi osnova piljenja je potpuno eliminisana, izuzev ako ona ne nastane u procesu unošenja polaznih podataka. Na kraju potrebno je istaći da je trajanje izrade osnova piljenja korišćenjem računara skraćeno, na primer za kombinaciju 6. tabela br. 1, sa 4 sata (=14400 sec) na 153 (sec), znači 94 puta.

Jasno je da se sa povećanjem prečnika trupca skraćuje postupka izrade osnove piljenja znatno povećava.

4. Literatura

1. BREŽNJAK MARIJAN: Mogućnosti i dostignuća u korišćenju kompjuterske tehnike kod raspiljivanja pilanskih trupaca, ŠFZ-ZIDI bilten br. 5, Zagreb, 1979.
2. BUTKOVIĆ ĐORĐE: Komparativna istraživanja volumnog iskorišćenja kod simuliranog i eksperimentalnog piljenja, ŠFZ-ZIDI, Zagreb, 1979.
3. FIGURIĆ MLADEN: Neke mogućnosti primjene kibernetike u pilanskoj proizvodnji ŠFZ-ZIDI bilten br. 5, Zagreb, 1979.
4. HITREC VLADIMIR: Optimalizacija piljenja korišćenjem kompjuterske tehnike, ŠFZ - ZIDI bilten br. 3, Zagreb, 1978.
5. HITREC VLADIMIR: RARAVO-ZIDI, program za elektronski računar - rangiranje rasporeda piljenja na jarmači prema volumnom iskorišćenju, ŠFZ-ZIDI bilten br. 1, Zagreb, 1979.
6. HITREC VLADIMIR: Određivanje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca metodom simuliranja, ŠFZ-ZIDI bilten br. 5, Zagreb, 1979.
7. JAKOVAC IVAN: Problematika sastavljanja rasporeda pila u RO „DELNICE“, ŠFZ-ZIDI, bilten broj 5, Zagreb, 1979.
8. NIKOLIĆ MOMIR: Prerada drvata na pilanama, knjiga I i II, ŠFB, Beograd, 1983.
9. PAREZANOVIĆ NEDELJKO - JANKOVIĆ BOGDAN: Programski jezik BASIC, Naučna knjiga, Beograd, 1984.
10. VUJIČIĆ LAZAR: Organizacija proizvodnje u preduzećima za preradu drveta, Naučna knjiga, Beograd, 1956.

TEORETSKE POSTAVKE MATEMATIČKIH MODELA MAKSIMALNOG KVANTITATIVNOG ISKORIŠĆENJA PRI PILJENJU SKROZ I PRIZMIRANJEM

Uvod

Potrebe za piljenom građom svakog dana su sve veće, a kvalitetnog drveta u našim šumama je sve manje. Da bi se ovaj problem ublažio, neophodno je raditi na podizanju kvaliteta naših šuma i povećanju procenta iskorišćenja pri preradi, posebno u pilanskoj preradi.

Iskorišćenje drveta

Za racionalnu preradu drveta na pilanama, neophodno je voditi računa o kvantitativnom, kvalitativnom i vrednosnom iskorišćenju. Značajnu pažnju treba posvetiti kvantitativnom iskorišćenju jer od njega zavisi i vrednosno iskorišćenje. Najveći uticaj na kvantitativno iskorišćenje, pored karakteristika trupaca, imaju planovi i programi piljenja. I pored izražene deficitarnosti pilanskih sortimenata, kvantitativnom iskorišćenju tj. planu piljenja, ne posvećuje se pažnja.

Obiman posao koji zahteva pravljenje plana i programa piljenja, sprečava ljude u pilani da ovaj posao korektno izvedu, što ima za posledicu značajno smanjenje kvantitativnog iskorišćenja. Koliki je uticaj kvantitativnog iskorišćenja na finansijski uspeh pilane može se shvatiti iz podataka da svaki izgubljeni procenat pri preradi sto hiljada kubika trupaca, donosi pilani finansijski gubitak od cirka deset milijardi starih dinara.

O osnovama piljenja

Problemom planiranja pilanske prerade i pravljenjem osnova piljenja bavili su se u prošlosti kako inžinjeri tako i matematičari. Danas je poznat izvestan broj metoda koji su dali sovjetski autori, a postoje takođe metode naših autora koje su pogodnije za korišćenje u našim uslovima jer se mogu primenjivati kako za male prečnike tako i za velike, što nije slučaj sa metodama sovjetskih autora.

U daljem tkstu izložićemo metode prof. Milutina Kneževića i metodu prof. Sretena Nikolića. Obe ove metode predpostavljaju da je poprečni presek trupca krug i da maksimalno kvantitativno iskorišćenje nastupa onda kada se površina čela trupca maksimalno pokrije površinama pravougaonika, koji predstavljaju poprečne preseke planiranih dasaka u toj osnovi piljenja. I jedna i druga metoda su detaljno razrađene, te se mogu koristiti kako u klasičnom tako i u savremenom planiranju pilanske proizvodnje uz pomoć računarskih programa.

Razlika između ove dve metode jeste u tome što prof. Sreten Nikolić, pri pravljenju osnova piljenja, posmatra odvojeno širine propiljka od debljine dasaka, a prof. Milutin Knežević posmatrao je zajedno.

Iz gore izloženog proističe da je metoda prof. Milutina Kneževića jednostavnija jer ima samo jednu promenljivu, prečnik d , a metoda prof. Sretena Nikolića ima dve promenljive, prečnik d , širinu propiljka s , a i kvantitativno iskorišćenje je manje za 0,137%.

Imajući u vidu napred pomenute teškoće pri klasičnom načinu izrade plana i programa pilanske proizvodnje, odlučili smo da pristupimo pravljenju modela za kompjutersku izradu osnova piljenja.

Iznete karakteristike, odnosno pogodnosti metode prof. Milutina Kneževića uslovile su da ovu metodu koristimo pri pravljenju modela za primenu kompjutera u izradi osnova piljenja dasaka različitih debljina, kod prizmiranja i kod osnova piljenja dasaka jednakih debljina.

Modeli za osnove piljenja različitih debljina dasaka

Pri formiranju osnova piljenja maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja prof. Milutin Knežević pošao je od slučaja kada se pili jedan sortiment (prizma) iz osnove piljenja i služeći se maksimumom i minimumom izračunao da optimalizacija osnove piljanja nastupa kada zauzeta zona odnosno debljina prizme iznosi 0,707 d . Zatim je formirao osnovu piljenja sa tri daske i služeći se takođe maksimumom i minimumom izračunao širinu zauzete zone i debljine dasaka u delovima od r . Primenjujući isti postupak formirao je osnove piljenja sve do dvanaest dasaka i došao do podataka izloženih u tabeli br. 1.

Iz tabele vidimo da se sa povećanjem broja dasaka u osnovi piljenja povećava osnovna zona, a debljine dasaka se smanjuju. Analizirajući debljine dasaka za slučajeve od jedne do dvanaest dasaka u osnovi piljenja vidimo da je bočna daska najtanja i da odnos tanje prema sledećoj debljoj u proseku iznosi 0,75, odnosno deblja prema tanjoj 1,33. Ovi podaci pokazuju rešenu geometriju slaganja dasaka u zavisnosti od prečnika d .

Praktično se osnove piljenja mogu formirati uzimajući koeficijente iz tabele osnovnih zona i debljine dasaka (tabela 1) i množeći ih sa poluprečnikom trupca. Izračunate debljine moraju se usaglasiti sa standardnim debljinama, a zatim proveriti da li se mogu ugraditi pri dovi i propiljci, pa ako nam najtanja daska ispunjava pri tome minimalno dozvoljenu širinu po standardu, usvajamo osnovu piljenja.

Prof. Milutin Knežević je sistematski konstruisao osnove piljenja primenjujući napred opisanu metodu. Sve ove osnove piljenja podvrgao je statističkoj analizi i dokazao da optimalizacija osnova piljenja pravog maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja za praktične potrebe nastupa kada veličina za debljine dasaka u delovima poluprečnika u tabeli 1 po svom apsolutnom iznosu za dati prečnik budu jednake (približno) debljinama koje

Teoretska varijanta za osnovnu zonu i debljine dasaka pri pravom maksimalnom kvantitativnom korišćenju trupca piljenjem (po Kneževiću)

Tabela 1

Broj dasaka	Osnovna zona		Debljina dasaka (a)						
	U delov.	U delovima	od	r					
u kv.	u c.p.	(Ao)	(s)	I	II	III	IV	V	VI
1	1 2	0,707d	0,707d prop.	0,707r					
2	3 4	0,850d	0,526d prop.	0,324r 0,526r	0,324r				
3	5 6	0,905d	0,425d prop.	0,282r 0,425r	0,198r 0,282r	0,198r			
4	7 8	0,930d	0,350d prop.	0,250r 0,350r	0,192r 0,250r	0,138r 0,192r	0,138r		
5	9 10	0,950d	0,310d prop.	0,216r 0,310r	0,181r 0,216r	0,143r 0,181r	0,100r 0,143r	0,100 r	
6	11 12	0,970d	0,241d prop.	0,199r 0,241r	0,190 0,199r	0,154r 0,190r	0,114r 0,154r	0,073r 0,114r	0,073r

Napomena uz tabelu

- u kv — u kvadrantu
- u cp — u celom preseku
- Ao — oznaka za osnovnu zonu pravog maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja
- S — srednja dasaka u neparnoj osnovi piljenja
- do — 3 daske u kvadrantu red veličina ezaktno proračunavan
- od — 4-6 dasaka u kvadrantu proračunavano aproksimativnom metodom

propisuje standard. Primenjujući dalje statističku analizu na širine bočnih dasaka kod maksimalno kvantitativnih osnova piljenja od tri do deset dasaka u osnovi piljenja ustanovio je da sa malom varijacijom b_{\min} iznosi 8 cm što se poklapa sa b_{\min} propisano standardom.

Iz ovog proizilazi da je praktičan uslov optimalizacije pravog maksimalnog kvantitativnog iskorišćenja da daska na bokovima imaju minimalnu širinu po standardu $b_{\min} = 8,4$ cm i minimalna debljina $a_{\min} = 19$ mm sa pridom, da se sve daske u osnovi piljenja moraju naći između $A_0 = 0,9d$ i $A_n = \sqrt{d^2 - b_{\min}^2}$. Iz ovih saznanja proistekla je metoda slaganja dasaka kako u standardu slede. Ova teoretski tačna i praktično proverena metoda može se primeniti u izradi algoritma za primenu kompjutera u pilanskoj preradi drveta.

Model za osnove piljenja prizmiranjem

Piljenje prizmiranjem izvodi se u dva prolaza pa prema tome i osnovu piljenja možemo podeliti na dva dela. Prvi prolaz ili prva osnova piljenja može se posmatrati kao piljenje jedne prizme iz centralne zone i piljenje dasaka iz bočnih zona trupca. Drugi prolaz ili drugu osnovu piljenja takođe možemo posmatrati kao

piljenje prizmatičnog dela u daske jednakih širina i piljenje bočnih zona u daske različitih širina. Ovako podeljena osnova piljenja pruža nam mogućnost da teoretska znanja o osnovama piljenja različitih debljina dasaka primenimo na osnove piljenja prizmiranjem.

U prethodnom poglavlju izneto je da maksimalno kvantitativno iskorišćenje pri piljenju jednog sortimenta iz osnova piljenja, nastaje u trenutku kada širina osnovne zone iznosi 0,707 od prečnika d . Sa druge strane poznato je da se bočne zone trupca mogu najbolje kvantitativno iskoristiti kada bočna daska ima debljinu 18 mm i širinu 80 mm bez prida, a debljina svake sledeće daske treba da bude jednaka proizvodu debljine prethodne daske i koeficijenta 1,33. Očigledno je da se sve ovo može primeniti na prvi prolaz piljenja prizmiranjem.

U drugom prolazu pri piljenju prizmatičnog dela procenat kvantitativnog iskorišćenja direktno zavisi od širine i broja propiljaka. Sa bočnim delovima (van prizmatičnog dela) treba postupiti kao u prvom prolazu jer je to uslov za optimalizaciju osnove piljenja.

Ovaj kratki tekst predstavlja samo osnovu izložene metode koja svakako dozvoljava i izvesna odstupanja po pitanju širine prizme u prvom prolazu ili redosleda slaganja dasaka u bočnim zonama prvog ili drugog prolaza. No treba imati u vidu da veća odstupanja imaju za

posledicu manji procenat kvantitativnog iskorišćenja te ih treba izbežavati.

Model za osnove piljenja jednakih debljina dasaka

I ovde kao u slučaju osnova piljenja različitih debljina dasaka koristili smo metodu prof. Milutina Kneževića. Za jednu i dve daske u osnovi piljenja, metoda je identična sa metodom opisanom u prethodnom poglavlju, a za osnove piljenja sa tri i više dasaka iskorišćeni su isti osnovni principi. Razlika je u tome što se ovde formira osnova piljenja od dasaka jednakih debljina i pod tim uslovima traži maksimum i minimum.

Za analizu su formirane osnove piljenja od jedne do dvanaest dasaka, a izračunate vrednosti za osnovne zone i debljine dasaka u delovima od prečnika d prikazane su u tabeli 2. U istoj tabeli prikazane su i vrednosti zauzetih zona osnova piljenja različitih debljina dasaka iz kojih se vidi da su osnovne zone osnova piljenja jednakih debljina dasaka u svim slučajevima za isti broj dasaka manje od osnovnih zona osnova piljenja različitih debljina dasaka, što ima za posledicu manje kvantitativno iskorišćenje za 1,5% prosečno.

Prema izračunatim vrednostima za debljine dasaka u delovima od r , mogu se izračunati odgovarajući prečnici trupaca. Na osnovu ovih teoretskih postavki mogu se razvijati programi kako za klasičnu izradu planova piljenja tako i za savremen način izrade planova piljenja.

Teoretska varijacija za osnovne zone i debljine dasaka pri maksimalnom kvantitativnom korišćenju piljenjem dasaka pri jednakih debljina (po Kneževiću)

Tabela 2

Broj dasaka u celom pr.	Osnovna zona pra. maks. k.	Osnovna zona d. j. d. (Ao)	Debljina daske (a)
		u delovima od d	u delovima od r
1		0,707 d	1,414 r
2	0,707 d	0,707 d	0,707 r
3		0,796 d	0,531 r
4	0,850 d	0,836 d	0,414 r
5		0,867 d	0,347 r
6	0,905 d	0,888 d	0,296 r
7		0,903 d	0,258 r
8	0,930 d	0,916 d	0,229 r
9		0,922 d	0,205 r
10	0,950 d	0,930 d	0,186 r
11		0,940 d	0,171 r
12	0,970 d	0,942 d	0,157 r

Napomena uz tabelu

- red veličina u svim slučajevima egzaktni proračunavan
- pra. maks. k. pravog maksimalnog korišćenja
- d. j. d. dasaka jednakih debljina

Zaključak

Na osnovu iznetog o osnovama piljenja pravog maksimalnog kvalitativnog iskorišćenja možemo reći sledeće:

1. Veličina zauzete zone treba da se kreće u granicama između $A_n = \sqrt{d^2 - b \min^2}$ i $A_o = 0,9 d$.

2. Širina bočne daske ne može biti manja od $b \min = 8,4 \text{ cm}$ a ne treba da bude ni mnogo veća.

3. Najpovoljnija debljina bočne daske je 18 mm.

4. Osnove piljenja treba formirati slaganjem dasaka od boka ka centru.

5. Odnos debljina dasaka u osnovi piljenja u proseku treba da iznosi 1,33, što ne odstupa mnogo od odnosa debljina dasaka standardom propisanih.

6. Za praktično formiranje osnova piljenja najpogodnija je metoda slaganja dasaka kako u standardu slede pod uslovom da bočna daska ima debljinu $a = 18 \text{ mm}$ i širinu $b = b \min = 80 \text{ mm}$ bez prida.

Za formiranje optimalnih osnova piljenja prizmiranjem treba imati u vidu sledeće:

1. Širina prizme treba da iznosi 0,707 d , a u bočne zone treba ugraditi standardne daske po principu slaganja dasaka kako u standardu slede.

2. U drugom prolazu prizmatični deo treba piliti u debljine dasaka zadane specifikacijom, a sa bočnim zonama postupiti kao sa bočnim zonama u prvom prolazu.

3. Ukoliko nismo u mogućnosti da strogo poštuemo iznete principe u toku formiranja osnova piljenja, mogu se dozvoliti izvesna odstupanja po pitanju širine prizme ili redosleda u ređanju standardnih dasaka u bočnoj zoni. Međutim, treba imati u vidu da veća odstupanja imaju za posledicu smanjenje procenta iskorišćenja.

Za formiranje optimalnih osnova piljenja dasaka jednakih debljina treba imati u vidu sledeće:

1. Služeći se koeficijentima navedenim u tabeli 2 možemo za odrađene debljine dasaka izračunati prečnike trupca. Pri tome se mora voditi računa o minimalno dozvoljenim širinama za date debljine po standardu.

2. Zauzetu zonu dasaka jednakih debljina treba tretirati kao prizmu, a bočne zone iskoristiti kako je to rečeno u poglavlju o prizmiranju.

Literatura

1. Knežević M.: Raspored gaterskih testera pri maksimalnom kvantitativnom iskorišćenju, Glasnik Šumarskog fakulteta 4/52, Beograd
2. Knežević M.: Pojednostavljeni način sastavljanja maksimalnog španunga, Šumarstvo, Beograd, 1955.
3. Knežević M.: Racionalna prerada drveta na gateru, Šumarstvo, Beograd, 1956.
4. Hitrec V.: Određivanje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca metodom simuliranja. Bilten Zavoda za istraživanje u drvnoj industriji, Zagreb 1979.
5. Brežnjak M.: Mogućnost i dostignuća u korišćenju kompjuterske tehnike kod raspiljivanja pilanskih trupaca, Bilten Zavoda za istraživanje u drvnoj industriji Zagreb, 1979. god.
6. Nikolić M. M.: Programiranje pri pravom maksimalnom kvantitativnom korišćenju trupaca. Drvarski glasnik br. 1, Beograd 1979.
7. Nikolić M. M.: Programiranje pri piljenju prizmiranjem i sa osnovama piljenja dasaka jednakih debljina. Drvarski glasnik br. 2, Beograd, 1979. god.
8. Nikolić S.: Maksimalno kvantitativno iskorišćenje oblovine prilikom rezanja na strugarama „Produktivnost“ god. I, br. 7, Beograd 1959.

OPTIMIZACIJA KROJENJA PILJENICA UPOTREBOM ELEKTRONIČKOG RAČUNALA

1. Definicija problema

Optimiziranje krojenja piljenica s aspekta svrsishodnog korištenja elektroničkog računala, predstavlja relativno složen problem. Šta više, bez određenih simplifikacija, praktično se ne može dobiti prihvatljivo rješenje u krajnjoj realizaciji algoritama koji razrješavaju ovu problematiku.

Način rješavanja problema optimizacije krojenja piljenica usložavaju određeni kriteriji, koji se moraju uvažavati:

1. Algoritmi moraju biti koncipirani tako da daju samo ona rješenja koja je moguće u praksi realizirati
2. Programska interpretacija algoritama mora biti postavljena tako da vrijeme realizacije ne predstavlja „usko grlo“ u proizvodnom cklusu
3. Sistemom algoritama mora se dobiti optimalna shema krojenja piljenice, ili bar „toliko dobra“ da otpadni dio ne prelazi unaprijed zadanu vrijednost.

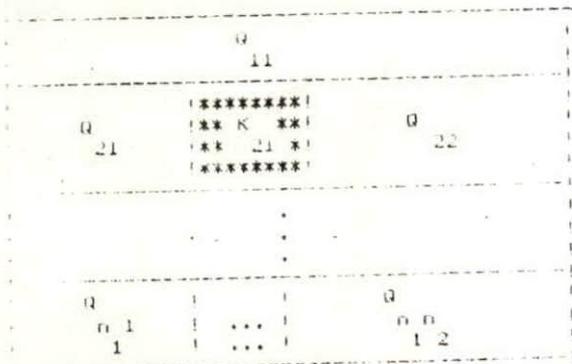
Uz određene simplifikacije, problematika krojenja piljenica upotrebom elektroničkog računala, svodi se na slijedeće:

Zadan je pravokutnik P (Slika 1.), koji se sastoji od konačnog broja manjih pravokutnika P_i $i = 1, 1, \dots, n$, koji su određeni unaprijed nepoznatom distribucijom neupotrebljivih područja („kvrge“), tj.

$$P = \bigcup_{i=1}^{n_1} P_i$$

Struktura svakog pravokutnika P_i određena je posjedovanjem ili neposjedovanjem neupotrebljivih područja K_{ij} , $i = 1, 2, \dots, n_1$, $j = 1, 2, \dots, n_2$. Označimo li sa Q_{ij} upotrebljiva područja, dobivamo da je

$$P_i = \bigcup_{j=1}^{n_2} (Q_{ij} \cup K_{ij}), \quad i=1, 2, \dots, n_1.$$



Slika 1.

Za potrebe ovog rada uvodimo slijedeće termine:

P_i – i -ti sektor pravokutnika (piljenice) P

Q_{ij} – j -to upotrebljivo područje i -tog sektora

K_{ij} – j -to neupotrebljivo područje i -tog sektora.

Neka je nadalje zadan skup pravokutnika

$$E_k, k=1, 2, \dots, n_3,$$

koji su ustvari elementi koje krojimo iz piljenice, a koji su određeni varijablama: duljinom, širinom, brojem komada i prioritetom, tj.

$$E_k = f(x_k, y_k, N_k, p_k).$$

Algoritmima treba postići „što bolje“ smještanje elemenata E_k u upotrebljiva područja Q_{ij} .

2. Upotreba heurističkog programiranja

Jedan od načina rješavanja problema, definiranog u prethodnoj točki, je upotreba neke od metoda tzv. heurističkog programiranja. U tom slučaju ne dobivamo optimalno, već „dovoljno dobro“ rješenje.

Ideja se sastoji u tome da se u područja Q_{ij} smješta element E_k , koji ima najveći prioritet. Smještanje se vrši u ona područja u kojima je nepopunjenost (otpad) manji od unaprijed zadanog postotka l .

Ukoliko je

$$\frac{Q_{ij} - N_k E_k}{Q_{ij}} \cdot 100 \geq l, \quad i=1, 2, \dots, n_1, \\ j=1, 2, \dots, n_2,$$

gdje je N_k broj pojavljivanja elementa E_k u promatranom području, isti se ne smješta u područje Q_{ij} . Nakon toga nastavlja se smještanje ostalih elemenata u nezauzeta područja Q_{ij} , naravno uvažavajući njihov prioritet.

3. Upotreba linearnog programiranja

Drugi način rješavanja problema optimizacije krojenja piljenica upotrebom elektroničkih računala je primjena metoda linearnog programiranja.

Naime, u područja Q_{ij} potrebno je smještati elemente E_k tako da nezauzeta područja budu minimalne površine. Pošto je u ovom slučaju moguće u isto područje smjestiti različite vrste elemenata, ima smisla tražiti minimizaciju nezauzetog područja

$$Q_{ij} \setminus \bigcup_{k=1}^{n_3} N_k E_k$$

za dano područje Q_{ij} .

Međutim, rješavajući problem ovom metodom, dolazi se do izvjesnih teškoća poštivanja prioriteta, napose vrijednosnog iskorištenja piljenice. Naime, optimalno rješenje (u geometrijskom smislu) ne mora značiti i najbolje vrijednosno iskorištenje. Zbog toga je nužno uvesti višekriterijsko programiranje, tako da se pored minimizacije otpada u obzir uzima i prioritet elementa E_k (prioritet proizašao iz radnog naloga, vrijednosti cijene po jedinici površine itd.).

4. Analiza metoda i primjer

Usporedimo li svrsishodnost ovih dviju metoda, dolazimo do slijedećih zaključaka:

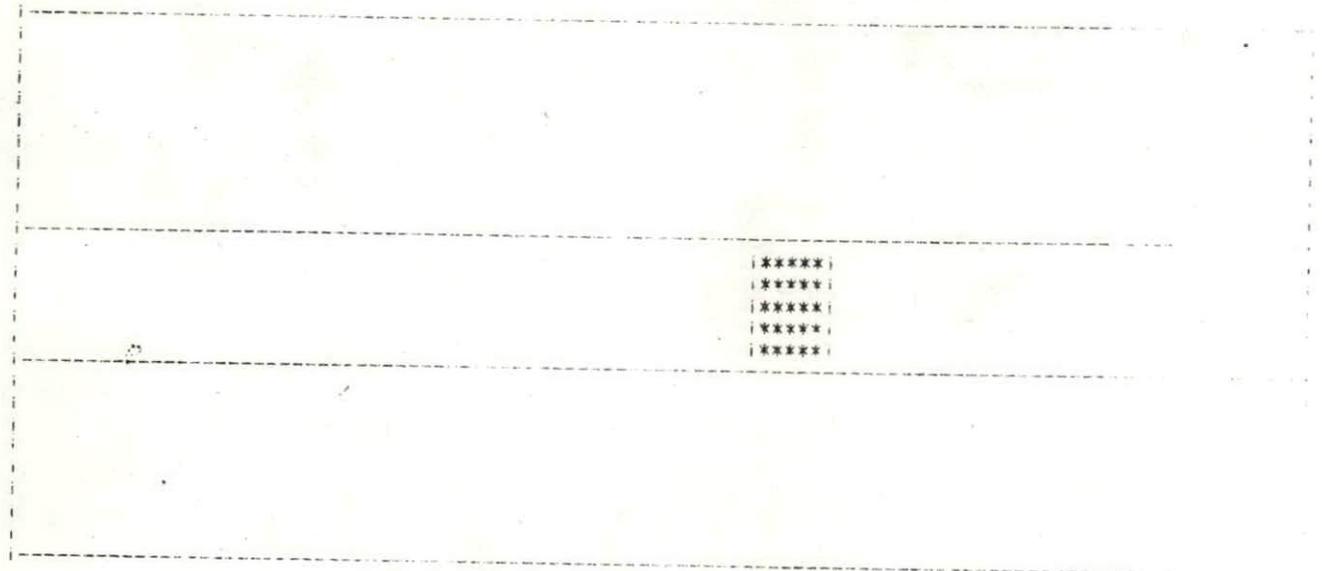
1. Upotrebom metoda linearnog programiranja postićemo veće iskorištenje piljenice

2. Heurističkim pristupom možemo konstruirati algoritme koji su u izvođenju na elektroničkom računaru znatno brži u realizaciji

3. Odluku o upotrebi jedne od ovih metoda treba donositi uvažavajući karakteristike proizvodnog procesa, jačinu i svojstva elektroničkog računala te ostalih relevantnih parametara informacijskog podsistema proizvodnje.

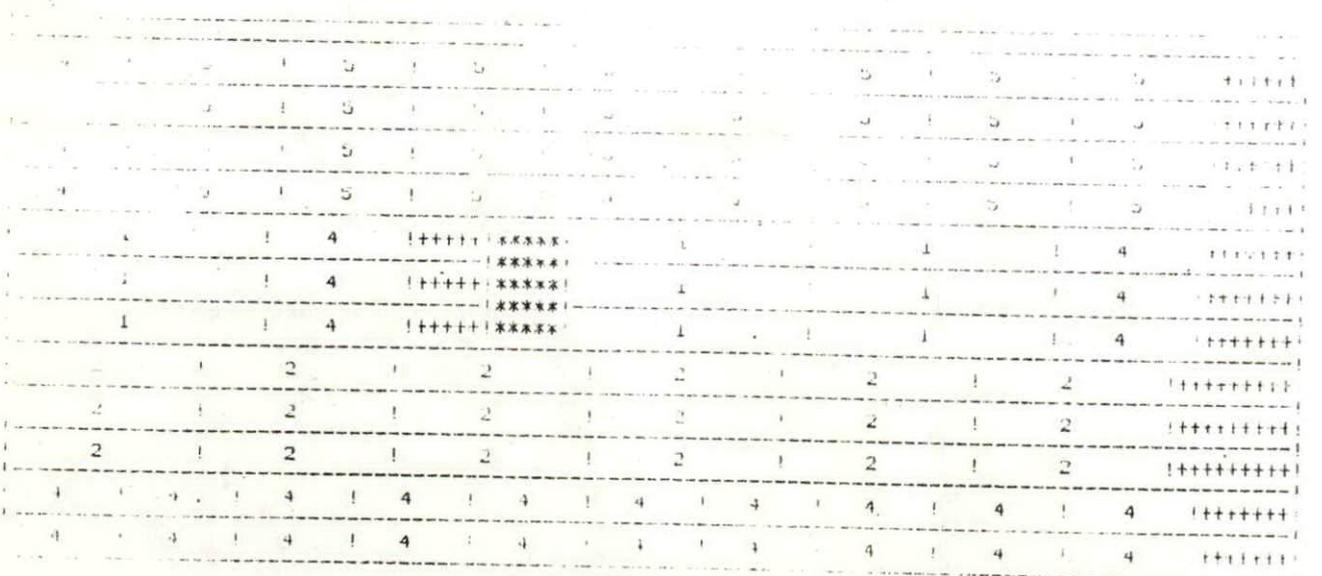
Na Slici 2. dan je prikaz piljenice s jednim neupotrebljivim područjem, a na Slici 3. rezultat optimizacije krojenja te piljenice upotrebom linearnog programiranja.

OPTIMIZACIJA KROJENJA PILJENICA - POKLONITELJ



Slika 2.

OPTIMIZACIJA KROJENJA PILJENICA - POKLONITELJ



Slika 3.

5. Literatura

1. Barasov A. S.: LINEJNOE PROGRAMIROVANIE, „Nauka“, Moskva 1974.
2. Bojanić B i M.: JEDAN NAČIN KORIŠTENJA ELEKTRONIČKOG RAČUNALA ZA RAZMJEŠTAJ OBJEKATA, Časopis „Informatika“, Zagreb 1982.
3. Lončar J.: KROJENJE VELIKIH PRAVOKUTNIKA U MALE POMOĆU RAČUNARA, CAD/CAM Simpozij, Zagreb 1985.
4. Loomba N. P.: LINEAR PROGRAMMING, McGraw-Hill Book Co., New York 1980.
5. Petrić J.: OPERACIONA ISTRAŽIVANJA, „Savremena administracija“, Beograd 1974.
6. Tomić M.: INFORMACIJSKI SISTEM DI „ČESMA“ BJELOVAR, CAD/CAM Simpozij, Zagreb 1985.

Guštin Branko, dipl. ing.
Tehnički centar za drvo – Zagreb

PRIMJENA ELEKTRONIKE I ELEKTRONSKIH RAČUNALA U PROCESU PROIZVODNJE ELEMENATA

1.0. Uvod

Proizvodnja elemenata je jedna posebna proizvodnja koju karakteriziraju neke specifičnosti, a koje su različite od svih drugih tehnologija obrade drva. U svakoj tehnologiji se polazi od sirovine koju treba preraditi u neki proizvod ili poluproizvod, a koja ima poznate parametre količine, kvalitete i upotrebljivosti, pa se prema tome i podešava način prerade. U pilanskoj preradi, a naročito u proizvodnji elemenata, sirovina je sasvim nedefinirana, što često ometa racionalnu primjenu mehanizacije i automatizacije ostalih suvremenih tehničkih dostignuća. Pilanska prerada je upravo ona prerada koja treba u svom proizvodnom procesu od nedefinirane sirovine izraditi proizvode precizno određene kvalitete, dimenzije i namjene, a koji su, uz nekoliko izuzetaka, samo sirovina za dalju finalizaciju. Ovo se prvenstveno odnosi na listače, dok je kod četinjača situacija nešto povoljnija.

Nedefiniranost sirovine je posljedica njenog prirodnog porijekla, ali u velikoj mjeri i posljedica neadekvatnog tretmana te sirovine na relaciji šumarstvo – pilanska prerada. Iz toga proizlazi da je i piljena građa kao sirovina za proizvodnju elemenata u velikoj mjeri nedefinirana, posebno kad je u pitanju kvaliteta kojoj treba prilagoditi racionalni način prerade.

Slijedeća specifičnost proizvodnje elemenata ogleda se u odnosu iskorištenja sirovine, produktivnosti rada i troškova proizvodnje. Načelno se tehnologija proizvodnje elemenata može postaviti tako da se postigne visoka produktivnost rada, ali da to ide na uštrb iskorištenja, ili da se ide namaksimalno iskorištenje ali sa niskom produktivnošću rada i visokim proizvodnim troškovima. Ove dileme su također posljedica velikog varijabiliteta u kvaliteti ulazne sirovine, odnosno piljene građe i direktno utiču na primjenjivost odgovarajućih tehničkih rješenja. Očigledno je da optimalno rješenje leži negdje u sredini, odnosno da treba težiti i maksimalnom korištenju sirovine i što većoj produktivnosti rada.

U tome veliku ulogu igra primjena mehanizacije, elektronike i elektronski upravljenih strojeva, što se sve treba prilagoditi specifičnostima sirovine kao što je drvo.

2.0. Općenite karakteristike piljene građe listača kao sirovine za proizvodnju elemenata

Piljena građa za proizvodnju elemenata u našoj praksi najčešće dolazi u neobrubljenom stanju, rijetko u obliku polusamica. To znači da je širina piljenica nedefinirana, a isto tako i dužina. Od dimenzionalnih karakteristika jedino je definirana debljina, tako da se računa da na preradu dolazi samo građa određene debljine.

Što se tiče kvalitete može se reći da je ona sasvim nedefinirana, što znači da je nepoznat položaj, veličina i oblik kvrga, uraslih grana, truleži, pukotina, promjene boje i ostalih grešaka koje dolaze u piljenoj građi kvalitete „građa za doradu“. Učestalost i raspored grešaka na piljenici određuju potencijalnu iskoristivost sirovine u proizvodnji elemenata koji imaju zadanu dužinu, širinu i kvalitetu, dok je debljina unaprijed određena debljinom građe.

Osnovni zadatak u doradnoj pilani je izrada čim šireg i čim dužeg elementa iz zadanog programa, izbjegavajući sve netolerantne greške koje na piljenici postoje, pa je to polazna osnovica u primjeni elektronski upravljenih strojeva.

3.0. Općenito o pristupu izrade elemenata

Za ispunjavanje zadaće proizvodnje elemenata primjenjuju se dva osnovna načina koji se mogu uslovno nazvati poprečno-uzdužni i uzdužno-poprečni. Poprečno-uzdužni način pretpostavlja poprečno prerezivanje piljenica u odreske, iz koji se zatim uzdužnim piljenjem izrađuju elementi po širini.

Uzdužno-poprečnim načinom se piljenice najprije ispiljuju uzdužnim rezovima u zadane širine, a zatim se iz dobijenih „letava“ poprečnim piljenjem izrađuju elementi po dužini.

Svaki od ovih načina ima svoje prednosti i mane u tehničkom i tehnološkom smislu i ne može se a priori odrediti koji je bolji. Poprečno-uzdužni način je u našoj praksi najčešći, jer se njegovom primjenom prvenstveno izrađuju dugi elementi. Pogodan je kod građe bolje kvalitete, dakle kod građe koja ima manji broj grešaka. Nedostatak ovog načina se pojavljuje kod građe lošije

kvalitete, odnosno kod građe koja daje mnogo kratkih i kraćih odrezaka, a koji se dađu efikasno prerađivati samo na strojevima sa ručnim pomakom, što u određenom smislu ograničava kapacitet prerade. Prema tome dolazimo do problema koji se ogleda u nedostatku kapaciteta strojeva za uzdužno piljenje.

Uzdužno-poprečni način veoma uspješno rješava ovaj problem upotrebom višelisnih kružnih pila, ali otvara dva nova problema. Jedan se odnosi na preradu zakrivljene građe, a drugi na produktivan način poprečnog prerezivanja velikog broja „letava“ relativno male širine, što dovodi u pitanje kapacitet strojeva za poprečno rezanje. Kod prerade zakrivljenih piljenica uzdužnim piljenjem građa se neminovno reže preko „žice“ što bitno narušava kvalitet elemenata ako ne i njihovu upotrebljivost. Prema tome i uzdužno-poprečni način pretpostavlja određeno pretkrojenje, kao što i poprečno-uzdužni način ponekad traži uzdužno raspiljivanje piljenice.

Upotrebom pretkrojenja može se eliminirati nepovoljno svojstvo zakrivljenosti kod piljenica, ali ostaje problem brzog, točnog i produktivnog prerezivanja velikog broja „letava“ relativno male širine.

4.0. Poprečno prerezivanje (krojenje) u sistemu uzdužno-poprečne izrade elemenata

Razrješavanje ovog problema ključno je pitanje u primjeni uzdužno-poprečnog načina prerade. Dosadašnja tehnička sredstva nisu omogućavala postizanje zadovoljavajućeg kapaciteta i produktivnosti rada, pa ovaj način i nije imao širu primjenu, iako je tehnološki bio sasvim prihvatljiv. Za dužinsku izradu elemenata iz „letava“ male širine potreban je velik broj poprečnih rezova, pa u tehnološkom toku nastaje zastoje zbog kojeg dolazi u pitanje kapacitet same prerade. Očigledno je da primjenom bilo ručnih prerezivača („štucera“) bilo mehaniziranih prerezivača koji su dosada bili u upotrebi, ovaj problem nije rješiv na zadovoljavajući način. Za rješavanje ovog problema neophodna je primjena elektronike koja će omogućiti upravljanje transportnim sredstvima i strojevima i omogućiti obavljanje potrebnih tehnoloških radnji u što kraćem vremenu.

5.0. Linija za izradu elemenata opremljena elektronikom i CNC uređajem

Tehnološka koncepcija ove linije bazira se na primjeni uzdužno-poprečnog načina izrade elemenata uz određeno pretkrojenje. Pretkrojenje ima zadatak da pripremi građu za uzdužni rez u smislu prerezivanja zakrivljenih piljenica, te u smislu formiranja određenog dužinskog modula prema kojem se dimenzionira transportna oprema i ostale tehnološke veličine. Pretkrojenje se obavlja na hidrauličkoj pili za poprečno piljenje, a na svakoj piljenici se radi jedan ili dva reza, tako da je protočnost materijala preko ovog stroja velika. Iskrojeni odresci (maksimalne dužine 2,5 m) putem poprečnih transportera automatski putuju do komandnog mjesta kod višelisne kružne pile gdje se vrši „predcrtavanje“ za uzdužno piljenje.

„Predcrtavanje“ se vrši postavljanjem laserskih zra-

ka na piljenicu i to po onim pravcima gdje želimo piljenicu uzdužno ispiliti. Razmak i položaj zraka odnosno rezova, odabire se na osnovu zadanog programa širine elemenata, vodeći računa o kvaliteti piljenice i rasporedu grešaka. Nakon izvršenog „predcrtavanja“ uključuje se transportni sistem koji transportira piljenicu do višelisne kružne pile, na kojoj su elektronskim putem izvršena zadana razmicanja pila. Piljenica prolazi kroz stroj pretvarajući se u „letve“ određene širine, odnosno prema željenoj širini elemenata.

Transportnim sistemom se „letve“ dopremaju do druge pozicije gdje se vrši „predcrtavanje“ odnosno označavanje grešaka. Ovu operaciju izvode majstori – predcrtaći koji naročitom kredom označe mjesto netolerantne greške na „letvi“. Nakon toga se „letva“ transportira u elektronski krojač gdje se vrši poprečno piljenje. Elektronski krojač „očita“ razmake između grešaka, te iz zadanog programa odabere najveću dužinu koja može stati između dvije oznake i tada vrši prepiljivanje. Ovaj stroj je opremljen programom za otpimiranje dužine u određenoj širini, što je osnova za postizanje maksimalnog iskorišćenja. Sam postupak piljenja je vrlo brz, jer se „letva“ kroz stroj kreće brzinom od 80 m/min, a vrijeme prerezivanja je vrlo kratko i iznosi 0,5 sekunde po rezu. Uređaj memorira i registrira broj izrađenih elemenata određenih dimenzija, odnosno ispunjava program do zadane količine. Nakon izrade gotovi se elementi sistemom trakastih transportera upućuju na rasortiranje, a isto tako se rješava i pitanje uklanjanja otpatka. Budući da se ovim sistemom ipak ne mogu eliminirati sve greške, potrebno je primijeniti i određene strojeve za preradu reparacije.

Ovaj sistem iskazuje veliku produktivnost rada i zadovoljavajuće iskorišćenje, ali nije univerzalno primjenjiv. Njegova efikanost i uspješnost ovisi o nekoliko faktora od kojih su najvažniji pravilno odabran proizvodni program u odnosu na kvalitet sirovine.

Poznato je, svaka sirovina ne može dati svaki željeni program elemenata. Sirovina bolje kvalitete može dati duže i šire elemente, a lošija sirovina može dati kraće i uže elemente. Ovaj odnos kvalitete i mogućeg programa potrebno je znati unaprijed, kako bi se elektronska linija mogla pravilno programirati. Koliko god bude pravilnije odabran program proizvodnje elemenata u odnosu na kvalitetu sirovine, toliko će elektronika biti efikasnija i uspješnija, i toliko ćemo imati manje elemenata iz nužnog napada.

Prema tome za uspješnu primjenu elektronski upravljanih strojeva u proizvodnji elemenata neophodna je odgovarajuća priprema rada, koja se prije svega ogleda u kvalitetnom sortiranju građe. Bez takve pripreme se ne mogu očekivati povoljni rezultati, jer elektronika i kompjutorizacija nisu svemoćne. Njima se olakšava i ubrzava proizvodni proces, ali pod određenim uvjetima koje treba do kraja poštivati. Iz loše građe se ne mogu dobiti dugački i široki elementi; mogu se dobiti najviše oni koje dopušta kvaliteta. Međutim, iz dobre, kvalitetne građe mogu se izrađivati i kratki i uski elementi, dakle relativno jeftina roba, što onda dovodi u pitanje vrijednosno iskorišćenje građe, odnosno uspješnost rada uopće.

Priprema rada, odnosno usklađivanje proizvodnog programa u odnosu na kvalitet građe, osnovni je preduvjet ispravnog funkcioniranja elektronske proizvodne linije.

Drugi nužan faktor za ispravno funkcioniranje ove tehnologije je stručnost radnika koji vrše „predcrtavanje“, odnosno odabir širina iz zadanog programa. Od njegove stručnosti i brzine rada ovisi i korišćenje kapaciteta linije i ispunjavanje zadanog programa. Prema tome unatoč velikim mogućnostima što nam pruža elektronika

i kompjutorizacija, presudnu ulogu još uvijek ima čovjek.

On treba izvršiti sve potrebne predradnje, izraditi odgovarajući program, pripremiti sirovinu i programirati izvršenje, a elektronika mu samo pomaže da to učini brže, jednostavnije, produktivnije i racionalnije.

Prof. dr. Vladimir Hitrec
Šumarski fakultet – Zagreb

MATEMATIČKI MODELI ZA OPTIMIZIRANJE ISKORIŠĆENJA PILANSKIH TRUPACA KOD PRERADE NA TRAČNIM PILAMA

Prethodno saopćenje

Primarna prerada drva može se podijeliti u dvije faze: 1. Raspiljivanje trupaca u piljenice i 2. Raspiljivanje piljenica u elemente u obliku kvadra.

U prvoj fazi iskorišćava se oko 70% volumena trupaca, a u drugoj fazi oko 50% volumena piljenica. Ukupno se dakle iskoristi oko 35% volumena trupaca; 65% volumena trupca je otpad, odnosno znatna obezvrjeđena sekundarna sirovina. Zbog sve veće cijene drva, i njegove nestašice, za drvnu industriju je interesantan svaki postotni poen povećanja volumnog iskorišćenja. Znatnije povećanje iskorišćenja trupaca može se postići samo uz pomoć elektroničkog računala.

U svijetu se na tim problemima radi već petnaestak godina (Hallock i Bulgrin 1970), dok su u Zavodu za istraživanja u drvnoj industriji Šumarskog fakulteta u Zagrebu prvi rezultati objavljeni znatno kasnije (Hitrec 1978). Sačinjen je program RARAVO poznat kod nas i u svijetu (Brežnjak 1979, Hitrec 1980, Karkkainen 1981), koji omogućuje znatno poboljšanje volumnog iskorišćenja trupaca kod piljenja JELOVIH trupaca na JARMAČAMA.

Pristup problemu primijenjen u programu RARAVO ne odgovara raspiljivanju LISTAČA na TRAČNOJ PILI. Budući da forma trupca bjelogorice znatnije odstupa od kružnog krnjeg stožca, to nam je prvotna ideja bila da svaki trupac snimimo po segmentima, te da formu što točnije prenesemo u računalo. Na temelju snimljene forme svakog pojedinog trupca nastojali bismo pomoću računala odrediti optimalni način raspiljivanja. Analizirajući tu ideju naišli smo na nekoliko poteškoća.

1. Nemoguće je ili preskupo snimati kvalitetu trupca, koja također utječe na način piljenja odnosno na iskorišćenje.

2. Snimanje se mora vršiti neposredno prije raspiljivanja, budući da je u protivnom praktički nemoguće pratiti trupac od snimačkog mjesta prije stovarišta do primarne pile. Račun koji bi slijedio poslije snimanja trajao bi možda predugo, što bi usporilo proces proizvodnje.

3. Takav način rada zahtijeva potrebu preciznog određivanja položaja trupca s obzirom na smjer piljenja. Realizacija toga u praksi dovodi do novih poteškoća. Ili su uređaji skupi, ili namještanje predugo traje, ili ono nije dovoljno precizno.

4. Osim optimalnog volumnog iskorišćenja trupaca potrebno je voditi računa i o željenoj sortimentnoj strukturi dobivenih piljenica. Taj problem nismo uspjeli riješiti pojedinačnom analizom svakog trupca.

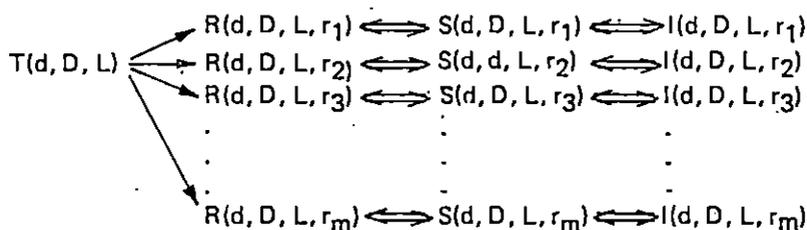
Zbog svega navedenog zaključili smo da precizno određivanje forme trupca ne donosi željene rezultate, te da moramo od njega odustati. Odlučili smo se za potpuno drugačiji pristup.

Ograničit ćemo se na prvu fazu primarne prerade drva: raspiljivanje trupaca u piljenice.

Trupac ćemo definirati kao krnji kružni stožac.

Budući da je broj mogućih debljina piljenica konačan, to za svaki trupac postoji i konačan broj mogućih načina raspiljivanja. Kako se nadalje trupac definira sa tri diskretne varijable (promjer na tanjem kraju – d , promjer na debljem kraju – D , i duljina – L), koje mogu poprimiti samo konačno mnogo vrijednosti, to je cijeli problem diskretan i konačan.

Svakom trupcu $T(d, D, L)$ odgovara $m(d, D, L)$ različitih načina (rasporeda) piljenja $R(d, D, L, r)$, $r = 1, \dots, m(d, D, L)$. Svakom rasporedu piljenja odgovara određena struktura dobivenih piljenica $S(d, D, L, r)$ i određeno volumno iskorišćenje trupca $I(d, D, L, r)$.



$$d=20,21, \dots, r_m \quad D=20,21, \dots, 55 \quad L=2,00, 2,25, \dots, 6,00$$

Za svaki par $T(d, D, 1)$, $R(d, D, L, r)$ mogu se odgovarajuće veličine $S(d, D, L, r)$ odnosno $I(d, D, L, r)$ izračunati. One su rezultat simulacije raspiljivanja trupca $T(d, D, L, r)$ rasporedom $R(d, D, L, R)$.

Račun nije jednostavan no moguć je.

Na temelju tih rezultata moguća je analiza kriterija za sortiranje trupaca (Hitrec 1983, 1986).

Podaci T , R , S i I će biti pohranjeni u datoteku računala, te će se koristiti za optimizaciju. Za svaki radni nalog, dnevni ili dugoročniji, kojim je definirana tražena struktura piljenica optimizacija se vrši linearnim programiranjem (Kugler 1965). Rezultat te optimizacije je struktura trupaca i odgovarajući rasporedi kojima ih moramo raspiliti uz kriterij optimalnog volumnog iskorišćenja (minimalnog utroška trupaca).

Vođenje procesa piljenja je zamišljeno interaktivno u smislu povremenih korekcija naloga. Budući da će se dobivena struktura razlikovati od željene, i budući da će to sve biti registrirano u računalu to će biti moguće uvijek mijenjati nalog i izvršiti ponovno simpleks postupak u svrhu optimizacije.

Literatura

BREŽNJAK, M., 1979., Optimization Through Computer Promed Sawing of Softwood. Sixth Wood Machi-

ning Proceedings, Richmond, USA.

HALLÖCK, H. and E. H. BULGRIN, 1970.: Computer – Made Sawing decision 24th Annual Meeting of FPRS, Miami Beach. USA.

HITREC, V., 1978.: Optimizacija piljenja korišćenjem kompjutorske tehnike. Rangiranje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca s obzirom na kvalitativno iskorišćenje. Bilten ZIDI 6(3) (1-42), Zagreb.

HITREC, V., 1980.: Arrangement of the saw blades by using computer technique while sawing softwood on frame saws IUFRO, Divison 5 Conference, Discussion paper, Abstracts p. 94, Oxford.

HITREC, V., 1983.: Utjecaj debljine, dužine i pada promjera trupca, te širine raspiljka i netočnosti piljenja na volumno iskorišćenje trupca kod piljenja na jarmačama, te neke ideje za sortiranje trupaca, Bilten ZIDI 11(4) (49-64), Zagreb.

HITREC, V., 1986.: Analysis of effect of log and Sawing variables on yield on Frame saws. 18th IUFRO World Congress Proceedings (144-156), Ljubljana.

KÄRKHAINEN: 1981.: A new sawmill Simulator, XVII IUFRO World Congress, Discussion paper, Kyoto, Japan.

KUGLER, M., 1965.: Linearno programiranje u proizvodnji piljenog drva. Drvna industrija 16(1/2) (8-13), Zagreb.

Dijagram toka upravljanja raspiljivanjem trupaca

