

ŠUMARSKI FAKULTET ZAGREB
ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRiji

BILTEN



DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA
2018.

GOD. 12

ZAGREB 1984.

BROJ 1

Zavod za istraživanja u drvnoj industriji Šumarskog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu

Centar za razvoj drvne industrije - biro Zagreb

Institut za drvo - Zagreb

Opšte udruženje šumarstva, industrije za preradu drva,
celuloze i papira Jugoslavije - Beograd

Opće udruženje šumarstva, prerade drva i prometa
Hrvatske - Zagreb

Drvna industrija ČESMA - Bjelovar

S a v j e t o v a n j e

STANJE I PERSPEKTIVA PROIZVODNJE, SVOJSTAVA I UPOTREBE PLOČA IZ USITNJENOG DRVA



Bjelovar, 16., 17. i 18. maj 1984. god.

Dio referata savjetovanja rezultat je rada na projektu 67.
"ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ U DRVNOJ INDUSTRiji", programu izrazito
prioritetnih istraživanja po čl. 26. pod naslovom "UVODENJE I
OPTIMIZACIJA TEHNOLOGIJE U PRERADI DRVA" i projektu 18. 3.
"DRVNO I SRODNI MATERIJALI", koje financiraju SIZ-N i SIZ-I za
znanstveni rad SRH i Opće udruženje šumarstva, industrije za
preradu drva i prometa SRH, Zagreb.

S a d r ž a j

- Dr M. KOVACHEVIĆ:
Uvodni referat savjetovanja
- Prof. dr R. SABADI, H. JAKOVAC, dipl.ing., B.BIJELIĆ, dipl.ing.
"Gospodarski problemi proizvodnje ploča od usitnjene drva u
SFR Jugoslaviji"
- Dr T. PRKA
"Utjecaj sirovine, repromaterijala i energije na ekonomski položaj
proizvodnje iverica"
- Prof. dr S.BOJANIN
"Izrada i transport drvne mase - sirovine za izradu ploča"
- Mr B. TOMIČIĆ
"Proizvodnja sitnog industrijskog drva za mehaničku i kemijsku
preradu"
- Dipl. ing. I. ŠVADJUMOVIĆ
"Karakterizacija i primjena urea - formaldehidnih kondenzata sa
niskim sadržajem slobodnog formaldehida"
- Dipl. ing. R. VUKOVIĆ
"Utjecaj molarnog odnosa karbamid - formaldehid u ljepilu na emi-
siju formaldehida iz ploča iverica"
- Mr V. TIŠLER
Prirodni polifenoli kao sirovina u proizvodnji ploča"
- Prof. dr R. SENIĆ, J. MIJKOVIĆ, B. PAVLOVIĆ
"Primena otpadnih smola iz proizvodnje furfurala, kao kombinovanog
adheziva za proizvodnju iverastih ploča"
- Doc. dr J. MILJKOVIĆ, prof dr R. SENIĆ
"Primena adheziva na bazi lignosulfonata i furfuril alkohola, za vla-
knatice dobijene mokrim postupkom"
- Prof. dr Š. KOPITOVIĆ, M. KUZMINAC, dipl. ing. Z. RADOVIĆ,
dipl. ing
"Mogućnost supstitucije četinarske celuloze celulozom mekih lišćara
u proizvodnji baznih papira za laminate"
- Mr J. LESAR
"Upotreba i svojstva domaćih papira za oplemenjavanje"

- Dr M. KOVAČEVIĆ
"Bitni parametri svojstava ploča iverica za potrebe industrije namještaja"
- Dipl. ing. F. HVALA
"Vpliv sestave iveri vrhnjega sloja na faktor olepljanja in mehanske lastnosti ivernih plošč"
- Doc. dr J. DIMESKI
"Utjecaj hrastovine, kestenovine i pračke od vinove loze na kvalitetna svojstva ploča iverica"
- Prof. dr V. RAJMAN
"Uticaj nekih tehnoloških parametra na zakrivljenost ploča iverica"
- Dipl. ing. I. PANKOVIĆ
"Odstupanja debljina iverica nakon prešanja"

R e d a k t o r i :

Prof dr Stanislav Badjun

Prof. dr mr Mladen Figurić

Dipl. ing. Vladimir Herak

Prof. dr mr Boris Ljuljka

Dipl. ing. Mladen Barberić

Tehnički urednik:

Zlatko Bihar

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI
41001 Zagreb, Šimunska 25, p.p. 178

Dr. Milan Kovačević, dipl.ing.

STANJE I PERSPEKTIVA PROIZVODNJE, SVOJSTAVA
I UPOTREBE PLOČA IZ USITNJENOG DRVA

U svijetu se danas proizvodi godišnje oko 57 miliona m³ ploča iz usitnjenog drva sa slijedećom strukturom: cca 70% iverica, cca 26% vlaknatica po mokrom postupku i cca 4% srednje teških vlaknatica po suhom postupku (MDF). U ovoj količini Evropa učestvuje sa cca 40%. Orijentaciona struktura Z. Evropske proizvodnje ploča iz usitnjenog drva data je u tabeli br. 1.

Osnovni uslovi pod kojim se danas u Z. Evropi proizvode ploče iz usitnjenog drva i vrše bitan utjecaj na njene tokove i dalji razvoj, a time i na našu industriju mogu se sažeti:

- a) Djelovanje privredno-političke recesije u svijetu, a posebno u gradjevinarstvu i industriji namještaja, doveli su do stagnacije potražnje ploča iz usitnjenog drva, koja se za sada smatra još uvijek podnošljivom.
- b) Zabrinjavajuće povećanje cijena sirovina i energije utječe direktno na proizvodne troškove i pored niza provedenih mjera i zahvata racionalizacije u samoj proizvodnji. Napore racionalizacije u pogonima za proizvodnju ploča iz usitnjenog drva, ne prati se ravnomjerno i u području proizvodnje osnovnih sirovina, što još više utječe na raskorak cijena sirovina i ploča iz usitnjenog drva.
- c) U pogledu količinskog snabdjevanja drvnom sirovinom u skoroj budućnosti probleme treba očekivati više u različitim interesima i mogućnostima plaćanja sa industrijom celuloze i papira, a manje u nedostatku drvne sirovine. U tom smislu već su vršena ispitivanja za korištenje niže vrijednih sortimenata u industriji iz usitnjenog drva, te biomase (koristenje kompletнog stabla), kao i vlaknate materijale iz "kućnih otpadaka". Međutim prema studiji "U.S. vidjenje svijeta 2.000." i pored toga što je drvo jedna od stalno obnavljajućih sirovina, neće moći u potpunosti pratiti očekivani porast stanovništva, a to vrijedi i za proizvodnju nafte. Zato se očekuje da će krajem 2.000. godine po glavi stanovnika potrošnja nafte biti cca 50%, a

drvne sirovine 47% manja u poređenju sa 1978. godinom. Uzveši sa rezervom ove prognoze, krajem ovog stoljeća problem nedostatka drvne sirovine bit će značajan, te pred šumarstvo postavlja ozbiljne zadatke u budućnosti.

ORIJENTACIONI PREGLED PROIZVODNJE PLOČA IZ USITNJENOG DRVA U EVROPI

Tabela 1.

Vrsta ploče	1975.	1977.	1980.	1981.	1982.	1983.
a) <u>Iverice</u>						
-Z.Evropa (Fesyp)	15.256	17.439	18.759	17.279		
b) <u>Vlaknatice tvrde</u>						
-Z.Evropa (Fesyp)	1.512	1.580	1.529	1.436		
c) <u>Vlaknatice izolacione</u>						
-Z.Evropa (Fesyp)	796	717	865	635		
d) <u>MDF - ploče</u>						
- Evropa					297	545 ^x

x Planirano (Nisu uključene tvornice u Jugoslaviji: Kraljevo, Svetozarevo, Ivangrad)

- d) Saznanje da je prošlo vrijeme kada je svako za sebe mogao dobro živjeti, i da sada treba preživjeti na Z.Evropskom tržištu, dovelo je do jačeg udruživanja proizvodjača ploča iz usitnjenog drva (FESYP), čiji su osnovni principi:
- fleksibilnost, razumnost i brzo podešavanje potrebama svih članica ili u pojedinoj zemlji, kod toga ponekad malo treba i negodovati protiv negativnih poteza pojedinih državnih organa i štetne protekcionističke politike, koja vodi u pravilu jednoj nelojalnoj i istiskivajućoj konkurenciji.
 - u skoroj budućnosti treba očekivati, da će se racionalizacija u proizvodnji ploča iz usitnjenog drva više ili manje provesti u svim tvornicama, te izvjesno vrijeme neće trebati graditi nove proizvodne kapacitete. Početak pojedinačne izgradnje ovih pogona može se realizirati poslije 1985. godine.

- izgradnja "SUPER- POSTROJENJA" sa svojom prilično komplikiranom i nefleksibilnom koncepcijom, mora ustupiti mjesto jednoj tržnoj, ekonomičnoj i fleksibilnoj orijentaciji izgradnje novih pogona.
 - potrebno je izvršiti koncentraciju više tvornica na manji broj posjednika. Ova koncentracija ima puno prednosti, posebno u marketingu, a dovela bi do veće specijalizacije proizvodnje.
 - za ovu industriju vrijedi danas više nego prije princip, da se kroz proizvodnost, bolju fleksibilnu organizaciju i pravilno usmjerenu proizvodnu politiku, te sposobnost davanja specijalnih proizvoda kao i riješavanje kompletnih problema potrošača, nauči živjeti sa malim ili skoro nikakvim porastom.
 - potrebno je ojačati napore u istraživanju razvoja i tehnologije proizvodnje ploča iz usitnjene drva.
- e) Očekivanje smirenja tržišta u 1982. - 1983. godine nije se ostvarilo. U 1984. godini ne očekuje se bitno povećanje proizvodnje, ali se osjećaju prvi lagani znaci smirivanja.
- f) U ovom času krivulja proizvodnje ploča iverica teži ka horizontali. Procjene daljeg razvoja ove proizvodnje u Evropi su vrlo različite i kreću se do 2.000. godine u rasponu od 32,0 - 62,0 miliona m^3 /god. ili po stopama 2,0 - 5,3 %. Vjerojatno je realna postavka da Z. Europa neće dostići proizvodnju veću od 35,0 miliona m^3 /god., odnosno da stopa porasta neće biti veća od 2 %.
- g) Korištenje MDF ploča i brzina njihovog povećanja primjene u Z. Evropi, ovisiti će o troškovima proizvodnje i cijeni. Pri tome treba napomenuti da MDF nalaze svoju primjenu u finalnoj industriji ali u specijalnim područjima, te više kao zamjena masivnom drvu a ne pločama ivericama.
- h) U području ploča iz usitnjene drva treba očekivati nove tipove ploča kao i razne kombinacije:
- ploče sa vrlo finim vanjskim slojem
 - ploče sa vanjskim slojem iz vlakanaca, a srednji sloj iz poboljšanog srednjeg sloja
 - furnirane iverice raznih tipova;
 - iverice sa orijentiranim iverjem;
 - ploče iverice za oplatu;

- ploče iverice za gradjevinarstvo;
- tanke furnirane ploče iverice

1. Proizvodnja ploča iz usitnjenog drva u Jugoslaviji

I našu industriju ploča iz usitnjenog drva pritišću slični problemi kao i Z. Evropu, samo što je njihovo djelovanje jače izraženo, posebno u cijeni sirovina i energije.

Iz diagrama 1 - 4 vidimo da je najpovoljnija postignuta proizvodnja ploča iz usitnjenog drva u Jugoslaviji bila u 1980. godini. Iza toga dolazi do laganog pada proizvodnje, osim kod ploča vlaknatica.

Ako usporedimo proizvodno najpovoljniju 1980. sa 1983. godinom dobivamo slijedeće proizvodno-kapacitetne pokazatelje:

Vrsta ploče	Proizvodnja u 000 m ³		
	1980.	1983.	Index
iverice	811,6	744,7	92
tvrde vlaknatice	32,7	36,9	111
MDF ploče	48,2	41,9	87

Obzirom na specifičnost proizvodnje pojedinih ploča iz usitnjenog drva, dalje izlaganje daje se odvojeno za svaku vrstu.

1.1 Ploče iverice

Proizvodnja ploča iverica započela je 1959. god. izgradnjom 17 istih tvornica u kooperaciji sa Z. Njemačkom. Ove tvornice imale su male kapacitete, a tehnološki i koncepciski bile su zastarjele već u periodu izgradnje. Njihov ukupni instalirani kapacitet proizvodnje iznosio je cca 160.000 m³, mada nije nikad dostignut. Zbog lošije kvalitete ploča došlo je 1968./69. godine do snažnog uvoza ploča.

U tim uslovima započela je 1970. god. značajnija izgradnja i proizvodnja ploča iverica, da bi dostigla maksimalni nivo proizvodnje 1980. god. a potom bilježi lagani pad prosječno 2,7% god.

U zadnjim godinama ova proizvodnja bori se sa nizom teškoća, nalazeći se stalno u procjepu izmedju administrativnog određivanja prodajnih cijena (u svakoj Republici drukčije), ubrzanih rasta

PROIZVODNJA PLOČA IVERICA
U SFRJ I REPUBLIKAMA

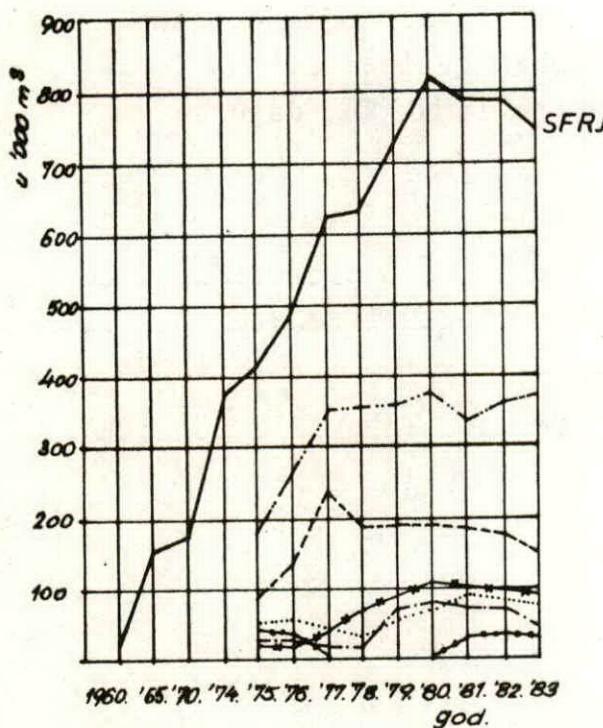


Diagram br. 1

PROIZVODNJA SVIH VRSTA
OPREMLJENIH PLOČA
U SFRJ I REPUBLIKAMA

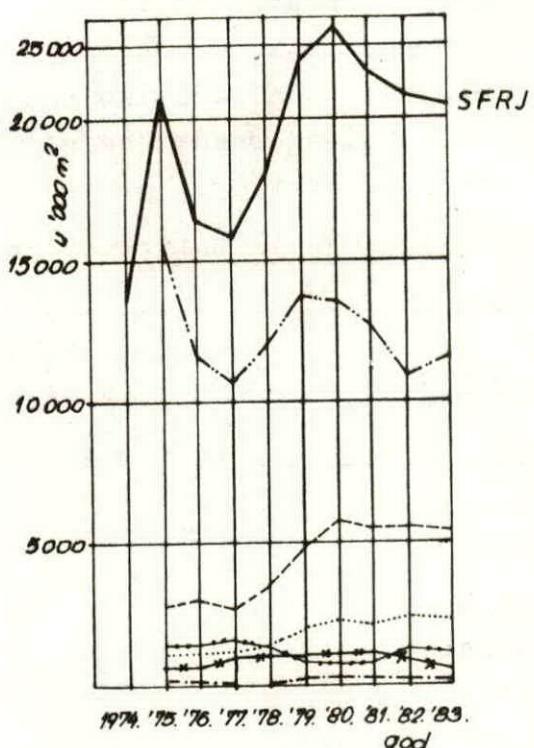


Diagram br. 2

PROIZVODNJA PLOČA
VLAKNATICA U SFRJ
I REPUBLIKAMA

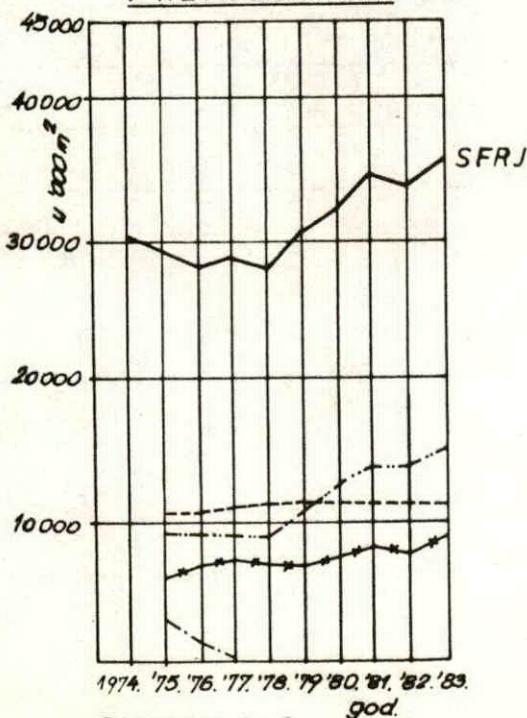


Diagram br. 3

PROIZVODNJA MDF I
PANEL PLOČA U SFRJ

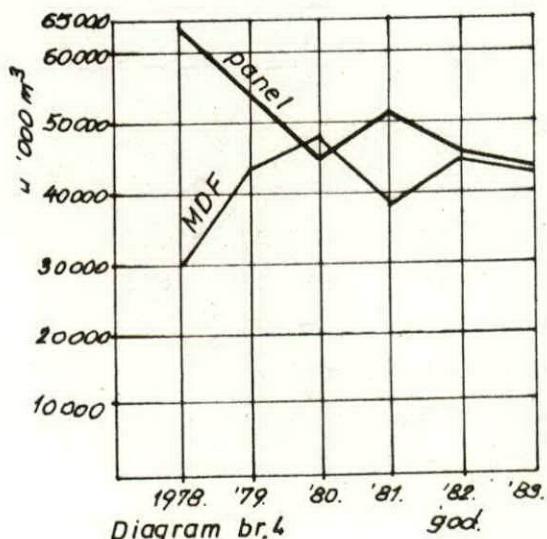


Diagram br. 4

LEGENDA :

SFRJ	SFRJ
BiH	Makedonija
Crna Gora	Slovenija
Hrvatska	Srbija

cijena i cikličnog nedostatka energije i sirovina, kao i problema nabavke rezervnih djelova iz uvoza uslovljenog ekonomski neopravdanim izvozom pod svaku cijenu.

Vrhunac teškoća dostignut je 1983. god. koju je preko 50 % proizvodjača završilo sa ozbiljnim gubitcima.

Radi boljeg razumijevanja ove problematike, daju se slijedeći pokazatelji:

a) Iskorištenje instaliranog kapaciteta

Z e m l j e	Iskorištenje kapaciteta u %								
	1980.			1981.			1983.		
	min	Ȑ	max	min	Ȑ	max	min	Ȑ	max
Z. Njemačka	-			77			-		
Austrija	-			80			-		
Belgija	--			89			-		
Francuska	-			85			-		
Italija	-			67			-		
Prosjek Z.Evrope	-			75			-		
Jugoslavija	68	85	105 ^x	57	82	112 ^x	35	79	110 ^x

x Pojedine tvornice radile su u 4 smjene

b) Uzroci zastoja i neiskorištenja instaliranih kapaciteta
(raspon min. i max. učešća u zastojima tvornica iverica u %)

Uzroci zastoja	Učešće u %	
	1980.	1983.
- Nedostatak uvoznih djelova	1 - 9	2 - 11
- Nedostatak domaćih djelova	1 - 4	1 - 6
- Nedostatak ljepila	1 - 4,5	1 - 6,9
- Nedostatak iverja	1 - 4	1 - 6
- Nedostatak energije	0,7 - 7,0	1 - 11
- Slabosti službe održavanja	3 - 18	2 - 15
- Ostali uzroci (tehnička zastarjelost, požar i drugo)	6 - 14	6 - 27

c) Učešće kvalitetnih klasa u 1983. godini

Klasa	Raspon %	Prosjek %
Ekstra	65 - 92	85
I klasa	4 - 17	10
II klasa	2 - 9	5

d) Učešće debljinskih razreda ploča iverica

Debljinski Razred	Učešća Raspon proizvodnje u %	Prosječno u %
do 6 mm	do - 2	2
6 - 14 mm	1 - 13	5
14 - 20 mm	74 - 99	87
20 - 30 mm	5 - 16	6

e) Područje upotrebe i potrošnja po glavi stanovnika $m^3/1000$ stan.

Područje upotrebe	Z E M L J E									
	Z. Njemačka m^3	Njemačka %	Austrija m^3	Austrija %	Grčka m^3	Grčka %	Italija m^3	Italija %	Jugoslavija m^3	Jugoslavija %
Ukupno	96,7	100	65,8	100	29,9	100	32,4	100	35,8	100
Industrija namještaja	50,3	52	39,4	60	19,4	65	29,3	90	75,0	
Gradjevinars.	36,8	38	19,7	30	6,0	20	1,6	5	0,14	0,4
Transportna sredstva	-	-	0,7	1	0,9	5	-	-		
Brodogradnja	-	-	0,7	1	1,5	5	-	-		
Pakovanje	1,9	2	0,7	1	1,2	4	0,3	1		
"Uradi sam"	4,8	5	3,9	6	0,3	1	0,6	2		
Razno	2,9	3	0,7	1	0,6	2	0,6	2	8,86	24,6

Napomena: Za Jugoslaviju ne postoji zvanična evidencija - dobivene vrednosti na bazi procjene; količina u gradjevinarstvu odnosi se samo na ploče koje ispunjavaju zahtjev TP-100 (tip ploča TP-20 nema podataka).

- f) Od ukupne proizvodnje ploča iverica, proizvodjači oplemenjuju sami 19% ("postupak skraćenog prešanja") melaminskim dekorativnim papirima i drugim folijama. Stalan nedostatak osnovne sirovine - dekorativnih papira i folija, uzrokovao je iskorištenje ovih kapaciteta u prosjeku cca 75%.
- g) Naučno-istraživački rad u području ploča je nedovoljan i rascjepkan, a odvija se u okviru tvornica, pojedinih instituta i fakulteta, pretežno u regionalnim okvirima sa često neaktuelnom tematikom i neorganiziranom obradom jedne teme na dva i više kolosjeka.

Iz do sada iznesenih podataka možemo uočiti:

- Iako je u našim tvornicama prosječno iskorištenje kapaciteta u evropskim granicama, 50% proizvodjača iverica bilježi značajne gubitke. Uzrok treba tražiti pored prije navedenih teškoća i u najniže korištenim kapacitetima (1980.god.-60%, 1983.god.-37%), dok su neke tvornice koristile instalirani kapacitet i sa 110% (rad u 4 smjene). Ovdje treba naglasiti da instalirani kapacitet iz vremena izgradnje, nije više mjerodavan, jer je u medjuvremenu došlo do znatnog napredka tehnologije, pa je ciklus prešanja znatno skraćen, a time instalirani kapacitet povećan.
- Učešće zastoja i raspon u kome se kreću govori o teškoćama od kojih su najaktueltinije: nedostatak rezervnih djelova - posebno uvoznih, nedostatak ljepila i energije, loša služba održavanja, tehnološka zastarjelost i dr, a koji su se povećali u odnosu na 1980. godinu za 25-57%.
- Kvalitet ploča i pored relativno dobrog prosjeka kreće se u širokom rasponu (Extra klasa 65-92%, a II klasa 2-9%). Pretežna proizvodnja iverica leži u debljinskoj klasi 14-20 mm.
- U pogledu područja korištenja ploča iverica nemamo sigurnih zvaničnih podataka. Sa približnom ocjenom može se reći da finalna industrija preradjuje cca 75%, a 0,4 % se koriste ploče za vanjsku upotrebu u gradjevinarstvu. Za pretpostaviti je da se od preostalih 24,6% znatan dio koristi u gradjevinarstvu za unutrašnju upotrebu. Ovako relativno mala upotreba iverica u gradjevinarstvu, govori o daljim mogućnostima plasmana, ali ne "univerzalnog tipa ploča", već specijalnih ploča.

1.2 PERSPEKTIVE PROIZVODNJE, SVOJSTAVA I UPOTREBE PLOČA IVERICA

U pogledu daljeg razvoja proizvodnje iverica do 2.000. god. nemamo podataka niti radova koji su analizirali i sagledali ovu proizvodnju u Jugoslaviji. Postoji nekoliko radova koji obuhvataju pojedinačne republičke razvoje i kreću se od crnih do optimističkih prognoza.

U ovom radu obuhvaćeno je sadašnje stanje i bliže perspektive u kojoj treba ova proizvodnja da egzistira. Kod toga se postavljaju dva zadatka:

1. Obnova i dopuna postojećih tvornica iverica;
2. Određivanje daljih razvojnih smjernica;

1.2.1 Obnova i dopuna postojećih tvornica iverica

Današnje stanje tvornica iverica sa tehničkog i tehnološkog aspekta je različito, ali u principu nezadovoljavajuće i teško, dok se neke tvornice nalaze u kritičnom stanju. Sve naše tvornice iverice rade već 4 - 12 godina, a u evropskim okvirima tvornica iverica koja radi lo godina bez ozbiljnih obnova i dopuna smatra se zastarjelom.

Do sada je samo jedna tvornica obnovljena, koja već radi 12 godina i rezultati obnove su vidljivi kapacitetno i kvalitetno, dok je kod druge u toku. Obnova i dopuna svake tvornice je specifična, ali u tim zahvatima treba težiti racionalizaciji i optimalnom utrošku energije i sirovina, što je omogućeno uvođenjem mikroelektronike, koja se uspješno koristi:

- u području proizvodnje i sušenja iverja,
- područje obljepljivanja i natresanja,
- prešanje i točnost ploča iza prešanja (smanjenje nadomjera)

Svi ovi i drugi parametri koji su vezani za obnovu tvornice mogu dovesti do značajnog povećanja kvaliteta i ušteda.

Pored ovih zahvata na obnovi tvornica, treba istaći da skoro u svim tvornicama postaje rezerve u kapacitetu koje se u prosjeku kreću 5 - 10 - 20 %.

O ovim rezervama treba voditi računa u obnovama, a isto tako njih treba u principu iskoristiti prije početka izgradnje bilo koje nove tvornice.

Iskustva nam govore da u obnovi tvornica, pa i izgradnji novih može značajno učestvovati domaća mašino-gradnja.

Ovaj proces obnove i iskorištenja postojećih rezervi u tvornicama, teško je vremenski definirati. Za očekivati je da će se vjerovatno u narednih 5 godina provesti približnim redoslijedom kojim su i izgradjene ove tvornice, ali isto tako postoji mogućnost da se neke tvornice neće moći obnoviti.

1.2.2 MOGUĆNOSTI DALJE IZGRADNJE TVORNICA IVERICA

Dalja izgradnja novih tvornica iverica, a jednim djelom i obnove postojećih odvijati će se pored ostalog u slijedećim uslovima:

- Sirovinska osnova neće pretstavljati veći problem izgradnje,
- Izgradnja novih kapaciteta neće biti uslovljena nekim krutim okvirima i "minimalnim rentabilnim kapacetetom" kao do sada, već će ovisiti o konkretnim uslovima, a u pogledu assortimana bit će više nego do sada namjenska proizvodnja za jasno i osigurano tržište. Pri tome će doći do daljeg razvoja pojedinih tipova ploča,
- Iz diagrama 1 - 4 vidimo da je u SR Sloveniji locirano cca 46% ukupne proizvodnje Jugoslavije i u SR B i H 26%, a u preostalim republikama tek 34%. Ovaj nesklad a posebno transportni troškovi utjecati će da se buduće lokacije proizvodnje iverica približe potrošačima, posebno kada i lokacija sirovinske osnove leži povoljno, kakvih već ima slučajeva u razmatranju.

1.3 MDF - ploče

Svjetska proizvodnja MDF ploča iznosila je 1982. godine cca 2,0 miliona m³. Odnos u potrošnji MDF ploča i ploča iverica ima različite raspone:

<u>ODNOS</u>	<u>N.Zeland</u>	<u>USA</u>	<u>Italija</u>	<u>Z.Njemačka</u>	<u>Jugoslav.</u>
<u>upotreba MDF/ ivericama u m³</u>	<u>1 : 3</u>	<u>1 : 5</u>	<u>1 : 16</u>	<u>1 : 50</u>	<u>1 : 44</u>
<u>cijena MDF ploča u odnosu na iverice u % (16 mm)</u>	<u>120</u>	<u>150</u>	<u>170</u>	<u>200</u>	<u>280 domaće težište 150 u izvozu</u>

Ovaj odnos daje orijentacioni prikaz koliko su, gdje i kako prihvачene MDF ploče. Očigledno je da iskustva USA nisu mogla poslužiti bez ograničenja kod usporedbe potrošnje i ekonomskih pokazatelja na Z.Evropskom tržištu. Iako obadva privredna bloka imaju iste tržišne principe, medju njima ipak postoji velika razlika kroz tradiciju, zahtjeve, propise, sirovinske i energetske resurse. Zbog toga u Z.Njemačkoj još uvijek nema ni jedne tvornice MDF ploča. Do njihove izgradnje došlo je prije u području sredozemlja, obzirom na zahtjeve namještaja, ali je tehnologija bitno prilagodjena evropskim zahtjevima.

Prva razmatranja o mogućnosti proizvodnje MDF ploča u Jugoslaviji izvršena 1970. godine dala su slijedeće postavke:

- tehnologija proizvodnje MDF ploča još uvijek nije dostigla optimalne tehnološke parametre,
- rok izgradnje je vrlo dug, a investicije vrlo visoke,
- tržište u Evropi još uvijek nejasno, a cijena proizvoda visoka,
- oprema i nabavka rezervnih djelova iz USA skupa.

Iza toga 1974. godine u aranžmanu "KRIVAJA", a preko francuske firme CIFAL (transfer američke tehnologije) dolazi do izgradnje prve tvornice MDF ploča u Busovači, koja počinje proizvodnju 1977. godine, da bi već poslije nekoliko godina neuspjelog rada doživila prvi veliki remont i obnovu. Ova tvornica ni do danas nije postigla garantirani kapacitet, boreći se cijelo vrijeme sa velikim teškoćama. Međutim zahvaljujući veličini i snazi "KRIVAJE", koja je mogla podnijeti sve finansijske teškoće, ova problematika je ostala nezapažena i nije poslužila kao upozorenje.

Dalja izgradnja tri tvornice započela je 1977. godine pod euforičnim parolama "čudo tehnologije u proizvodnji ploča" i "osvajanje Z. Evropskog tržišta uz držanje primata na njemu". Svako suprotstavljanje struke ovoj neracionalnoj izgradnji, a bilo ga je, dobivalo je najblaže rečeno nekorektne ocjene od strane investitora i ostalih mjerodavnih faktora.

Sadašnje stanje ove izgradnje, poznato je, ali ne i kraj. Tri tvornice ne rade od kojih su dvije dovršene, a treća je prekinuta u izgradnji. Zajednicu je ova izgradnja do sada koštala 1.000 milijardi, a ne vidi se dalje riješenje. Zatajio je čitav lanac od uvoznika, projektanata, investitora i Banaka do društveno političkih faktora. Tako su ove investicije postale školski primjer kako ne treba investirati, a postignuti gubitci oštra osuda jednog perioda politike investiranja u Jugoslaviji.

Do sada su u formi studija, ekspertiza i kontakta sa stranim partnerima i kupcima razmatrana slijedeća moguća riješenja pojedinih tvornica:

1. Preorijentacija tvornice na proizvodnju ploča iverica (Svetozarevo),
2. Nastavak izgradnje tvornice MDF ploča (Svetozarevo),
3. Rekonstrukcija postojeće tvornice MDF ploča u Kraljevu,
4. Prodaju opreme stranom partneru (Svetozarevo, Ivangrad),
5. Konzerviranje tvornica i čekanju povoljnih tržnih i ostalih uslova.

Nijedna od poduzetih akcija nije dovoljno studiozno razradjena, a prodaja stranom ili domaćem partneru je neprihvataljiva jer za opremu se nudi cca 20% nabavne vrijednosti.

U ovom času ne može se od struke očekivati pravo riješenje, jer je ono davno ispušteno, postoji eventualno moguće kompromisno riješenje. Ali i njemu se postavljaju prepreke:

- pojedina oprema ovih tvornica je tehnički zastarjela, a kroz lošu konzervaciju i djelimično oštećena;
- danas postaje bolja i racionalnija tehničko-tehnološka riješenja ove proizvodnje, koja su i jeftinija;
- tržni aspekti ove proizvodnje, sem eventualnog "izvoza pod svaku cijenu" nisu dovoljno ispitani.

Osnovno pitanje koje treba principjelno predhodno riješiti da bi se moglo krenuti dalje u riješavanju ove problematike je slijedeće: "Tko će snositi razliku izmedju stvarne investicije sa novim potrebnim sredstvima i obračunate visine investicije pod kojom tvornica može rentabilno poslovati?" Bez ove odluke ne treba se upuštati u riješavanje ove problematike, a ona je bila kamen spoticanja u svim razmatranim riješenjima.

U dosadašnjim analizama stalno se nameće jedno pojednostavljeno mišljenje, da od tri neuspjele tvornice treba napraviti bar jednu dobru.

Riješavanje ovog problema ne bi smjelo ići dosadašnjim tokom u kome se samo traži krivac a ostalo se prepusta osiromašenim investorima, bankama, koje traže parcijalna riješenja i mijenjaju svaki čas mišljenja, ovisno od doze optimizma koji neki prijedlog nosi.

Traženje riješenja treba dati stručnoj, kvalifikovanoj i odgovornoj komisiji ili organizaciji, ali u sklopu zajedničkog razmatranja sve tri neuspjele tvornice. Vjerovatno bi taj put prije doveo do konačnog riješenja i odluke.

Danas u Z. Evropi odredjene prednosti MDF ploča kod rubne obrade i površinskih aplikacija, djelimično zalaže i u neka područja primjene iverica, ali im je glavna primjena u području zamjene masivnog drva. Pri tome MDF ploče vrše pritisak na ploče iverice u području oplemenjavanja, što inicira dalje radove proizvodnje iverica sa vrlo finim vanjskim slojem, te smanjenjem razlike izmedju finoće vanjskog i srednjeg sloja. Za sada ova konkurenčija nije oštra zbog viših troškova i cijena MDF ploča. Za očekivati je, da će u daljem razvoju doći do poboljšanja i ujednačenijeg kvaliteta MDF ploča (homogenost, čvrstoća ivica, jednolikost površine bez mrlja), na kome se sada intezivno radi, a što bi trebalo proširiti područje primjena i dovesti do izvjesne racionalizacije u industriji namještaja. Sadašnji kvalitet to još uvjek ne omogućuje.

1.4 PLOČE VLAKNATICE

Proizvodnja vlaknatica u Jugoslaviji se već duže vremena zadržava na određenom nivou s tim, da je zadnjih godina došlo do izvjesnog povećanja proizvodnje (uključen je u rad "Lesonit" - suhi postupak). Od ukupne proizvodnje izvozi se cca 50% ploča vlaknatica. Ovoj proizvodnji djelomično konkuriraju tanke ploče iverice po "kalandar-sistemu", ali samo u određenim područjima upotrebe. Perspektivu ove proizvodnje u svijetu i kod nas ovoga trenutka je teško predvidjeti. Činjenica je da mnoge tvornice nisu ozbiljnije počele riješavati problem iskorištenja topline i smanjenje zahtjeva za energijom, korištenje lošijih drvnih sortimenata, riješavanja otpadnih voda i dr. Sve ovo otvara neke mogućnosti opstanka ove proizvodnje. Tvornica vlaknatica po suhom postupku kreće se jednim djelom u području tankih vlaknatica, a zalazi i u područje MDF ploča. Bitna je činjenica da se je ova proizvodnja dokazala i otvorila dalje perspektive općenito za proizvodnju ploča vlaknatica.

Z A K L J U Č A K

Iz svega do sada iznesenog vidimo da nemamo jasnih pokazatelja o daljem razvoju ploča iz usitnjenog drva. Možda nam u tom pravcu mogu orijentaciono pomoći predviđanja drugih, koji daju slijedeće stope porasta ove proizvodnje:

<u>Područje</u>	<u>Stopa rasta do 2.000. god. u %</u>
Z. Evropa	2,0 - 3,9
S. Amerika	2,0 - 3,2
I. Evropa	2,9 - 3,8
SSSR	2,0 - 4,0

Uvezši ove prognoze sa rezervom, za pretpostaviti je da će se i naša proizvodnja kretati u granicama minimalnih vrijednosti predviđenog porasta..

Sve ovo kao i druge iznesene činjenice navode nas na potrebu jačeg udruživanja u cilju riješavanja zajedničkog razvoja, naučno istraživačkog rada, nabavke rezervnih dijelova i ostalih problema, a u ovoj fazi da se lakše prežive teškoće koje pritišću ovu proizvodnju.

PERSPEKTIVE RAZVITKA I GOSPODARSKI POLOŽAJ PROIZVODNJE PLOČA OD USITNJENOG DRVA U NAS I U SVIJETU

Prof. dr Rudolf SABADI, Dipl. ing. Hranislav JAKOVAC, Dipl. ing. Bernarda BIJELIĆ i Mr. Vladimir HITREC
ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

1. POTROŠNJA

Rast potrošnje drvnih ploča, posebno u Evropi, znatno je brži od svih drugih grupa drvnih proizvoda. Polovicom sedamdesetih godina potrošnja drvnih ploča bila je u Evropi deset puta veća od potrošnje u 1950. godini. Glavni poticaj ekspanzije potrošnje tog sektora bilo je uvođenje i prihvatanje na tržištu iverastih ploča, gdje je zapravo i ostvaren porast potrošnje. U kombiniranom utrošku piljene građe i drvnih ploča u Evropi, iveraste ploče su 1970. godine učestovale s oko 11%, a već tri godine kasnije, tj. 1973. godine, učešće iverastih ploča povećano je na 14,5%. Iako u sjeni takovog porasta potrošnje iverastih ploča, ostale vrste (furnir, šperploče, panelploče i ploče vlaknatice) također su zabilježile značajan porast u potrošnji. Tako je npr. potrošnja šperploča i ploča vlaknatica u razdoblju od 1950. do 1970. godine povećana čak 3,5 puta. Uz izuzetak SSSR-a, razlika u potrošnji po glavi stanovnika različitih vrsta drvnih proizvoda, slična je kao i u potrošnji piljene građe. Potrošnja piljene grade po stanovniku u SSSR-u naglašeno je iznad prosječne, uz nisku potrošnju drvnih ploča, s usporenim trendom porasta. Najveći porast u potrošnji zabilježen je u Japanu. Učešće pojedinih vrsta drvnih ploča veoma je različito. Kanada npr. troši na 1000 stanovnika oko 200 m³ ploča, od čega su iveraste ploče samo oko 30 m³. SAD troše na 1000 stanovnika oko 170 m³ drvnih ploča, od čega su iveraste ploče samo oko 29 m³. Potrošnja ostalih vrsta ploča iz usitnjenog drva (ploče vlaknatice i MDF ploče) još je ma-

nja.

Predviđa se da će potrošnja svih vrsta drvnih ploča i nadalje rasti, no u nekim vrstama ploča biti će to manje od dosadašnjeg porasta. Posebno se očekuje da će usporeniji porast biti u potrošnji iverastih ploča, isto tako MDF ploča. U SR Njemačkoj je potrošnja iverastih ploča, za razliku od naprijed navedenih zemalja, zauzima oko 50% ukupne potrošnje drvnih ploča. No i u toj zemlji se osjeća izvjesno relativno usporavanje, kao što je slučaj u manje-više svim zemljama koje su industrijski razvijene i imaju visok životni standard.

Takav trend je u stvari razumljiv. Relativno stalan rast životnog standarda ima za posljedicu da potrošač namještaja i korisnik stanova, mesta gdje se drvine ploče najviše troše, postaje sve izbirljiviji i može si priuštiti proizvode u kojima su ugrađene skuplje drvine ploče, kao što su panelploče i šperploče. Takvom trendu pogoduje posebno i rastuća ponuda kvalitetnih šperploča i panelploča iz zemalja Jugoistočne Azije, s ogromnim sirovinskim i ljudskim resursima.

U Tablici 1. prikazujemo proizvodnju, izvoz, uvoz i potrošnju iverastih ploča nekih značajnijih zemalja. Slika je uglavnom slična i u drugim, nespomenutim zemljama u Tablici 1., tj. osim izuzetka Austrije i Švedske, gdje je izvoz veoma visok u relativnom učešću prema proizvodnji i potrošnji, u ostalim zemljama je iverasta ploča u prvom redu namijenjena domaćem tržištu. Teško je međutim govoriti o tomu da li su i proizvodi u koje je ugrađena takva domaća i verasta ploča, namijenjena domaćem tržištu ili se u njima izvozi, ali poznavajući strukturu izvoza pojedinih zemalja mogli bismo reći da se ne može raditi o nekim značajnijim količinama. Izuzetak je možda samo u stanovitoj mjeri SR Njemačka i ponešto Italija. Švedska i Finska, koje su značajni izvoznici namještaja i opreme objekata, u izvozu rabe daleko više skuplje komponente, kao što su šperploče i panelploče, te posebno masivno drvo.

Tablica 1

**PROIZVODNJA, IZVOZ, UVOD I POTROŠNJA IVERASTIH PLOČA
U NEKIM ZNAČAJNIJIM ZEMLJAMA**

Količine u 000 m³ iverastih ploča; stanovništvo u milijunima

Z E M L J A		1976.	1977.	1978.	1979.	1980.	1981.
EVROPA	Proizvodnja	21.504,7	22.303,3	23.227,8	24.188,0	24.431,0	22.800,0
SSSR	Proizvodnja	4.222,0	4.590,0	4.777,0	4.695,0	5.118,0	
KANADA	Proizvodnja	808,0	880,0	1.089,0	1.279,3	1.266,6	
SAD	Proizvodnja	5.310,0	7.140,0	7.790,0	7.204,0	6.269,0	
JAPAN	Proizvodnja	901,0	941,0	942,0	950,0	950,0	
KANADA	Proizvodnja	808,0	880,0	1.089,0	1.279,3	1.266,6	
	Izvoz	230,0	274,0	280,0	320,0	350,0	
	Uvoz	135,5	93,8	68,1	55,5	49,9	76,8
	Potrošnja	713,5	699,8	877,1	1.014,8	966,5	
	Mln. stanov. m ³ /stanovnik	22.960 0,031	23.210 0,030	23.460 0,037	23.710 0,043	23.960 0,040	24.210
AUSTRIJA	Proizvodnja	1.069,3	1.091,6	1.097,2	1.161,3	1.308,6	1.156,3
	Izvoz	530,9	527,1	575,7	662,7	675,3	582,3
	Uvoz	25,8	32,5	24,6	29,3	27,4	33,0
	Potrošnja	564,2	597,0	546,1	527,9	660,7	607,0
	Mln. stan. m ³ /stanovnik	7.510 0,075	7.510 0,079	7.510 0,073	7.510 0,070	7.510 0,088	7.510 0,081
SR NJEMAČKA	Proizvodnja	6.124,7	6.149,2	6.332,5	6.373,5	6.242,9	5.741,4
	Izvoz	618,1	614,4	638,0	717,9	660,1	
	Uvoz	518,8	613,2	767,4	896,1	971,0	
	Potrošnja	6.025,4	6.148,0	6.461,9	6.551,7	6.553,8	
	Mln. stan. m ³ /stanovn.	61.640 0,098	61.650 0,100	61.650 0,105	61.650 0,106	61.560 0,106	
ITALIJA	Proizvodnja	1.600	1.700	1.600	1.500	1.700	
	Izvoz	18,8	13,8	29,6	26,3	37,9	
	Uvoz	288,7	235,6	210,0	411,6	483,4	
	Potrošnja	1.869,9	1.921,8	1.780,4	1.885,3	2.145,5	
	Mln. stan. m ³ /stanovn.	56.550 0,034	56.680 0,034	56.810 0,031	56.940 0,033	57.070 0,038	57.200
ŠVEDSKA	Proizvodnja	1.094	1.180	1.255	1.235	1.193	1.094
	Izvoz	430,5	486,8	548,7	547,2	468,0	553,0
	Uvoz	53,0	38,0	35,4	55,7	49,5	45,0
	Potrošnja	716,5	731,2	741,7	743,5	774,5	586,0
	Mln. stan. m ³ /stanovn.	8.270 0,087	8.280 0,088	8.290 0,089	8.300 0,090	8.310 0,093	8.320 0,070
JUGOSLAVIJA	Proizvodnja	484,4	626,0	632,0	726,0	812,0	789,0
	Izvoz	1	1	9,2	45,4	12,0	16,3
	Uvoz	42,3	48,6	641,2	771,4	824,0	805,3
	Potrošnja	526,6	674,5	22.043	22.196	22.340	22.520
	Mln. stan. m ³ /stanovn.	21.737 0,024	21.890 0,031	0,029	0,035	0,037	0,036
SAD	Proizvodnja	5.310	7.140	7.797	7.204	6.269	
	Izvoz	169,6	133,2	165	178,4	226,6	248,4
	Uvoz	214,9	534,3	393,5	451,2	538,6	517,7
	Potrošnja	5.355,3	7.541,1	8.025,5	7.476,8	6.581	
	Mln. stan. m ³ /stanovn.	219.060 0,024	221.210 0,034	223.360 0,036	225.510 0,033	227.660 0,029	229.810

IZVOR: TIMBER BULLETIN FOR EUROPE, 34, No. 2., 1982., FAO, New York & Geneva
Statistički godišnjak Jugoslavije, 1983., SZZ, Beograd, 1983.

Potrošnja drvnih ploča u Jugoslaviji spada među niže. 1970. godine iznosila je $34,9 \text{ m}^3$ na 1000 stanovnika, 1975. godine $43,1 \text{ m}^3$, a 1979. godine $53,7 \text{ m}^3$ na 1000 stanovnika. Prema procjeni, 1980. godine iznosila je oko 58 m^3 na 1000 stanovnika, od čega su ploče iverice zauzimale oko 62%.

Već nekoliko posljednjih godina proizvodnja i potrošnja iverastih ploča u svijetu stagnira na oko 40 mln m^3 , a u Evropi na oko 24 mln m^3 , u Jugoslaviji na oko 0,78 mln m^3 .

Prije desetak godina Jugoslavija je bila uvoznik iverastih ploča, uglavnom zbog nedostatne domaće proizvodnje. U to vrijeme je u Jugoslaviji bio pravi polet u potrošnji, stanogradnji, pa indirektno i u potrošnji namještaja, što je sve uzrokovalo značajan razvitet proizvodnje i ptražnje namještaja.

U razdoblju 1973-1980. godine izgrađeno je nekoliko novih tvornica kapaciteta $60-100.000 \text{ m}^3$ godišnje, ali se ukupni izgrađeni kapaciteti (oko 1 mln m^3) koriste svega $3/4$. Zadnjih dvije-tri godine iz Jugoslavije se godišnje izvozi oko $30-50.000 \text{ m}^3$ iverastih ploča godišnje.

Evropska potrošnja iverastih ploča rasla je do 1980. godine. 1981. dolazi do pada potrošnje, ali se proizvodnja zadržava na povišenoj razini.

Od 1980. godine dolazi također do pada potrošnje iverastih ploča u SAD i Kanadi, dok izvoz-uvoz počinje padati od 1982. godine. Najveći proizvođači iverastih ploča u svijetu su SAD i SR Njemačka.

Najznačajniji obujam trgovine iverastim pločama odvija se između zemalja Europe: oko 84,6% svjetskog izvoza i 83% svjetskog uvoza. Najznačajniji evropski uvoznik je Ujedinjeno Kraljevstvo.

Kao što je naprijed istaknuto, najveći dio proizvedenih ploča iz usitnjenog drva troši se u zemljama koje ih proizvode i izgledi za nekakvim značajnijim izvozom relativno su maleni. U svakom slučaju izvoz iverastih ploča nema sigurnu budućnost. To je uostalom vidljivo na primjeru proizvođača u Austriji, koji s teškoćama nastoje održati razinu

izvoza, koji je oko 50% proizvodnje.

Jugoslavenski izvoz iverastih ploča je uglavnom beznačajan. Razlog je uglavnom u nedostatnoj kakvoći iverastih ploča, te u niskim cijenama koje se za iveraste ploče mogu polučiti. Da bi mogli izvoziti, jugoslavenske tvornice moraju znatno poboljšati kakvoću ploča, te biti spremni prihvati sve niže cijene, budući da konkurencija prekapacitirane evropske proizvodnje i supstituti obaraju cijene u toj mjeri, da sve više tvornica obustavlja proizvodnju.

Proizvodnja i potrošnja ploča vlaknatica iznosila je 1981. godine u svijetu oko 15 mln m³, što je za oko 4 mln m³ manje od proizvodnje i potrošnje u 1979. godini. Proizvodnja u Evropi stagnira već nekoliko godina pri količini oko 4,5 mln m³.

Jugoslavenska proizvodnja kreće se oko 100.000 m³ godišnje. U Jugoslaviji se ploče vlaknatrice proizvode po mokrom postupku, koji zbog onečiščavanja ljudskog okoliša nema perspektivu. U Ilirskoj Bistrici izgrađena je tvornica koja proizvodi vlaknatrice po suhom postupku, gustoće 950-1000 kg/m³, kapaciteta oko 40.000 t/g. Osim te tvornice izgrađene su četiri tvornice ploča vlaknatica srednje gustoće (600-800 kg/m³) po različitim tehnologijama, od kojih radi samo jedna, u Busovači. Tvornica u Kraljevu je proradila, ali je proizvodnja obustavljena. Tvornica u Polimlju je završena, ali još nije započela s proizvodnjom i postoji sumnja da će uskoro početi. U Svetozarevu je tvornica završena oko 60%, kada je daljnja gradnja obustavljena.

Postupci proizvodnje ploča vlaknatica srednje gustoće (MDF = Medium Density Fibreboard), niti nakon 18 godina, koliko je postupak star, nisu tehnički u potpunosti svladani, a očekivanja od tih proizvoda su u velikoj mjeri razočarala.

U Evropi je 1982. godine bilo ukupno 11 tvornica MDF ploča, od čega je pet u Jugoslaviji. Ukupan evropski kapacitet iznosi oko 856.500 m³, od čega su 400.000 m³ jugoslavenski kapaciteti. Očekuje se da će nova tvornica MDF

ploča kapaciteta 100.000 m³/g u Irskoj izvoziti čak oko 90% proizvodnje, te uzimajući u obzir da je ukupna evropska potrošnja 1982. godine iznosila samo 260.000 m³, nije teško pretpostaviti da će se ta proizvodnja neprekidno morati boriti s gotovo nesavladivim problemima plasmana.

Prema procjenama, potrošnja svih drvnih ploča u SR Hrvatskoj će porasti s današnjih (1980.) 58 m³ na oko 90 m³ na 1000 stanovnika. Dio povećanja će naravno zahvatiti i ploče od usitnjenog drva, no uglavnom današnji kapaciteti, kako se računa, boljim korišćenjem, mogu te potrebe pokriti bez potrebe da se izgrađuju nove tvornice. Šperploče iz bukovine su zbog težine prilično neprikladne, ali su zato šperploče iz topolovine veoma interesantne i velik dio povećanja tražnje mogao bi biti podmiren takvim šperpločama, uz uvjet da šumarstvo priđe intenzivnijem pošumljivanju topolama svih prikladnih tala. Uz pretpostavku da šumarstvo odmah započne pošumljivanjima, jednak su dobre perspektive i za proizvodnju panelploča iz topolovine.

Uz očekivano smirivanje domaće tražnje za namještajem i očekivano smanjenje građevinske djelatnosti, značajni kapaciteti proizvodnje namještaja će se morati preorientirati na izvoz, gdje su pak veće šanse za namještaj iz panelploča i šperploča iz topolovine.

U pogledu izvoznih mogućnosti za ploče iz usitnjenog drva svih vrsta, ne treba imati velikih iluzija. Ploče iz usitnjenog drva su skupe, zahtijevaju velike investicije, mogu raditi samo uz idealno korišćenje kapaciteta, zbog visokih fiksnih troškova imaju veoma visoko prag rentabiliteta. I najmanja kolebanja u korišćenju kapaciteta donose gubitke. Na stranom tržištu valja pak očekivati pojačanu konkureniju ne samo istovrsnih ploča iz usitnjenog drva, već i kvalitetnijih supstituta, koji će zbog dobre ponude cijenom držati manje vrijedne ploče iz usitnjenog drva na razini cijena, uslijed kojih će najvjerojatnije biti dosta tvornica koje će prestati s radom.

2. GOSPODARSKI POLOŽAJ

Ploče od usitnjenog drva imaju neke značajke s gospodarske strane, koje su ograničenja i koja u relativno uskom prostoru omogućuju optimizaciju proizvodnje, koja kada je dostignuta, daje malen manevarski prostor proizvođačima na tržištu, da bi mogli poduzeti značajnije tehnološke ili marketinške zahvate.

Prva grupa značajki-ograničenja dolazi sa strane tržišta ploča od usitnjenog drva. Ploče od usitnjenog drva imaju kao konkurenциju u supstitutima koji su kvalitetniji i vrjedniji, kao što su šperploče i panelploče. Cijena ploča iverica u slučajevima slobodnog tržišta zavisi neposredno o cijenama tih vrjednijih supstituta i u pravilu je znatno niža. Uslijed takve situacije svi tehnološki procesi moraju tražiti rješenja kako proizvoditi ploče od usitnjenog drva čim jeftinije i čim bolje kakvoće. Od početnih rješenja, koja su dala tzv. "mini" tvornice, veoma brzo dolazi do ogromnih povećanja u kapacitetima, tako da se prema danasnjim kriterijima tvornice kapaciteta ispod 60.000 m³ ploča godišnje smatra smatra nerentabilnom i neekonomičnom. No i veći kapaciteti mogu egzistirati samo uz pretpostavku, da su kvalitetniji supstituti relativno rijetki i da su im cijene visoke.

Druga značajka-ograničenje leži u tomu što je velik kapacitet, ako je ispunjen uvjet da je cijena supstituta visoka i ponuda nedostatna, je u tomu što relativno učešće praga rentabiliteta s veličinom kapaciteta leži veoma visoko, uslijed čega su takve tvornice veoma osjetljive na i najmanje kolebanje u iskorišćenju tog kapaciteta. Prag rentabiliteta leži na razini 80-88%, što je u normalnim uvjetima, a oni su karakterizirani tržišnom nestabilnošću, teško postizivo. U našim tržišnim prilikama postojeće tvornice ploča iz usitnjenog drva egzistirale su više zahvaljujući zatvorenom tržištu i pregrijanoj domaćoj tražnji, te nedostatku kvalitetnijih supstituta. Onoga časa kada se i jedan od

tih uvjeta promijeni, nastaju teškoće. Do sada su teškoće rješavane u traženju još veće zaštite, povećanjem cijena i subsidija pri skromnom izvozu. Nesposobnost da se proizvodi u normalnim tržišnim uvjetima djelovanja ponude i tražnje vodi daljem jačanju zatvaranja tržišta, općem padu proizvodnosti i smanjenoj konkurentnoj sposobnosti. To nije doduše značajka samo proizvodnje ploča od usitnjene drva, već opća pojava, što u znatnoj mjeri otežava gospodarsku stabilizaciju u nas.

Treća grupa značajki-ograničenja proizlazi iz strukture ploča iz usitnjene drva. Oko 1/7 volumnog udjela u pločama su ljepila i ostali kemijski proizvodi. Kako naša kemijska industrija također može živjeti samo u uvjetima zatvorenog tržišta, kemikalije su veoma skupe, mnogo skuplje od onih koliko za njih plaćaju proizvođači u npr. Austriji, SR Njemačkoj ili SAD. Da bi se ploče od usitnjene drva mogle izvoziti (ili ugrađivati u izvozne proizvode), moraju dobijati snažne subsidije, što u velikoj mjeri dovodi u pitanje takav izvoz, jer previsoke subsidije mogu dovesti do toga da se izvozi supstanca. Objektivno gledano, čak i uz pretpostavku da su upotrijebljene kemikalije takve da daju ploče visoke kakvoće koju je strano tržište voljno prihvati, pitanje je da li se takvi naporisplate s narodnogospodarskog stanovišta.

Četvrta grupa značajki-ograničenja proizlazi iz tržišne strukture i značajki finalnih proizvoda u koje se ploče iz usitnjene drva ugrađuju. Ploče iz usitnjene drva upotrebljavaju se u unutrašnjoj arhitekturi i namještaju. I jedno i drugo područje upotrebe zavisi o razvijenosti konkretnе zemlje i realnoj kupovnoj moći stanovništva. Izuzmemli slučajeve gdje se velike količine drva troše u primitivnim uvjetima u zemljama u razvitu, za gradnju kuća ili ogrjev, i to u zemljama koje imaju na raspoloženju velike količine drva, u tržišnim uvjetima količina upotrijebljenog drva u građevinarstvu raste u razmjeri s visinom narodnog dohotka po stanovniku svake konkretnе zemlje. To isto vrijedi i za

namještaj. Elasticitet tražnje stambenog prostora i namještaja u odnosu na realan disponibilan prihod domaćinstava veoma je visok. U Jugoslaviji je koeficijent elasticiteta tražnje namještaja u odnosu na realan disponibilan prihod oko 2,0, u SR Njemačkoj je skoro dvostruk, još je veći u SAD. Stanovi, kao i namještaj spadaju u kategoriju tzv. luksuznih proizvoda, što znači da njihova tražnja raste s realnim disponibilnom prihodom domaćinstava. Interesantno je pri tomu da cijena namještaja nema velik utjecaj na tržišnu tražnju, niti približno toliko kao realan disponibilan prihod. Iz takvih saznanja proizlaze za budućnost ploča iz usitnjjenog drva sasvim jasne i određene konsekvene.

Budući da cijena igra inferiornu ulogu u tražnji namještaja i ako se zanj želi postići cijena kojom je moguće bez umjetnih podsticaja pokriti troškove proizvodnje, on mora biti visoke kakvoće i izrađen iz prvorazrednog materijala. Naprijed rečeno odnosi se na potrošače namještaja. U izvozu namještaja naš izvoz uglavnom ne dotiče tog potrošača, već se odvija putem različitih vidova posredovanja. Posrednici u takvom slučaju sve neizvjesnosti kako u pogledu kakvoće našeg namještaja, tako i u pogledu nesigurnosti rokova isporuke, pokrivaju obaranjem cijena tom namještaju. Npr. proizvođači namještaja iz SR Njemačke također ugrađuju iveraste ploče, no cijene namještaju koje polučuju proizvođači su neusporedivo povoljnije od onih koje se postižu za naš namještaj, makar maloprodajna cijena i bila odgovarajuće visoka prema kakvoći i dizajnu.

Namještaj i stanovi-kuće, gdje se ploče najviše upotrebljavaju, po svojoj prirodi su proizvodi koji se na tržištu pojavljuju u uvjetima monopolističke konkurenциje. Značajke monopolističke konkurenциje su: proizvodnja diferenciranih proizvoda po velikom broju proizvođača. Koliko će svakom proizvođaču pripasti u tržišnom segmentu, zavisi o obliku i kakvoći njegova proizvoda. Kako cijena ne igra tako vitalnu ulogu, za plasman proizvoda u kojem su ugrađene ploče od usitnjjenog drva bitan je dizajn i kakvoća.

Peta značajka-ograničenje proizlazi iz troškovne strukture proizvodnje ploča iz usitnjene drva. Uslijed zatvorenosti našeg tržišta, zaštićeno je sve i sva. Oprema za proizvodnju ploča ne proizvodi se u domaćoj strojogradnji. Unatoč tomu uvoz takvih strojeva i opreme silno je opterećen carinom i porezima. Takva opterećenja povisuju fiksne troškove, koje strano tržište, na kojem pokušavamo prodati naše ploče ili proizvode u koje su te ploče ugrađene, uopće ne prihvata, pa je izvoz moguć uz ogromne žrtve zajednice ili proizvođača. Ista je situacija s ostalim komponentama, u prvom redu ljepila.

3. ZAKLJUČAK

Ploče iz usitnjene drva odigrale su značajnu ulogu u razvitku u našoj zemlji. Od trenutka kada su uvedene, nekoliko milijuna m³ takvih ploča ugrađeno je u namještaj ili u stanove. Za podmirenje takve tražnje, da nije bilo iverastih ploča, budući da nemamo mogućnosti da ih supstituiramo panelpločama ili šperpločama, bila bi potrebna ogromna devizna sredstva, što bi tešku gospodarsku situaciju u kojoj se nalazimo, učinilo još težom.

Međutim, iz gospodarskih značajki iznijetih naprijed, možemo zaključiti da je u dalnjem razvijanju proizvodnje ploča iz usitnjene drva potreban velik oprez.

Istraživanja o budućem razvitku u nas pokazuju da će neminovno do 2000. godine rast realne kupovne moći stanovništva biti znatno usporen. To će pogoditi proizvodnju namještaja i stanogradnju, a to su najveći potrošači ploča iz usitnjene drva. Graševinarstvo se već okreće stranom tržištu, to mora i finalna prerada drva, ako želi preživjeti. U takvim uvjetima valja voditi računa da ploče iz usitnjene drva ne mogu više računati u vešoj mjeri na zaštitu koju su uživale dok je najveći dio proizvodnje trošen na domaćem tržištu ili u proizvodima za to tržište.

Današnji kapaciteti koje imamo, uz uvjet da se iskoriste bolje, bili bi dovoljni za podmirenje budućih potreba, računamo čak skoro do 2000. godine. Drugo je pitanje, da li je teritorijalna distribucija tvornica dobra. Zbog koncentracije tih proizvodnja na samo neka područja, konkurentnost takve proizvodnje smanjena je, budući da u ovakovom razmještaju valja računati s višim transportnim troškovima sirovina za njihovu proizvodnju i gotovih ploča. To će pitanje u dolazećem razdoblju biti veoma značajno, što će najvjerojatnije izazvati da će do podizanja novih postrojenja dolaziti, računamo li na činjenicu da transportni troškovi postaju sve značajniji činitelj strukture troškova.

Dr. Prka Tomislav, dipl.ing.
DI "Česma" - Bjelovar

UTJECAJ SIROVINE, LJEPILA I ENERGIJE NA EKONOMSKI POLOŽAJ PROIZVODNJE IVERICA

Osnovni cilj istraživanja je u analizi pojedinačnih, kao i skupnih uzroka - sirovine, repromaterijala (ljepila) i energije na ekonomski položaj kod naše proizvodnje ploča iverica.

Rad je zasnovan na ostvarenim podacima proizvodjača ploča iverica, te na informacijama koje se dobivene u kontaktima sa značajnim proizvodjačima ploča iverica i na podacima iz studija i analiza koje obradjuju ovu problematiku. Podaci su dobiveni od 6. proizvodjača ploča iverica. Ovi proizvodjači iverica se nalaze u tri naše republike. Želilo se obraditi proizvodnju ploča iverica u četiri republike. Od proizvodjača iz jedne republike, a koji su planirani za ovaj rad - nisu nažalost dobiveni podaci.

Ovaj materijal sačinjen je na osnovu podataka proizvodjača ploča iverica za period od 1980. - 1983. godine.

Tvornice ploča iverica, koje se obradjuju u ovom radu čine cca 50% instaliranog kapaciteta i danas ostvaruju preko 50% proizvodnje iverica u Jugoslaviji.

U ovom radu, a na osnovu dobivenih podataka od proizvodjača ploča iverica - analizirat će se utjecaj: drveta, ljepila i energije na cijenu koštanja ploče iverice, te tako odrediti i utjecaj na ekonomski položaj. Proizvodjači čiji se podaci obraduju - označeni su sa slovima od A do F.

Smatramo se obaveznim da se zahvalimo svim proizvodjačima koji su dostavili tražene podatke za ovaj rad.

1. NEKI PODACI O PROIZVODNJI PLOČA IVERICA U JUGOSLAVIJI

U ovom materijalu imamo namjeru iznesti samo neke osnovne podatke - karakteristične za proizvodnju ploča iverica. Oni trebaju čitatelju poslužiti samo za sagledavanje cjelokupne situacije u proizvodnji ploča iverica, kao i lakše procjene o utjecaju sirovine, repromaterijala i energije na ekonomski položaj proizvodjača ploča iverica. Jedno i drugo treba olakšati sagledavanje ekonomskog položaja ploča iverica.

Ploče iverice proizvodi 19. jugoslavenskih proizvodjača koji raspolažu kapacitetom od cca 1. mil. m³, od čega je kod 11. proizvodjača skoncentrirano oko 90% proizvodnje.

Preko 90% proizvodnje ploča iverica obavlja se na proizvodnim postrojenjima pojedinačnog kapaciteta od 40.000 m³ do 120.000 m³ ploča iverica godišnje. Kapaciteti koji imaju godišnju proizvodnju veću od 80.000 m³ ploča iverica svojim tehničkim karakteristikama omogućuju produktivnost i ekonomičnost na dosadašnjem evropskom nivou.

Prema podacima (1) prosječan učinak u 1977. godini iznosio je 423 m³ ploča po radniku godišnje. Tvrnice ploča iverica sa većim kapacitetom od prosječnog i suvremenom opremom imali su prosječnu proizvodnju u 1977. godini 703 m³ ploča iverica po radniku, a u 1978. godine 750 m³ ploča po radniku godišnje.

Korištenje kapaciteta prema podacima (1) u proizvodnji ploča iverica (tada u modernim tvornicama) u 1977. godine iznosilo je 88%, a u 1978. godini 91%. U ovim tvornicama organiziran je rad u tri smjene. Kod većine tvornica radilo se je u tri smjene i četiri posade, te su stajanja bila samo radi čišćenja, pregleda postrojenja i u dane praznika.

Potrebe jugoslavenske privrede za pločama ivericama rasla je po veoma visokoj stopi. U periodu 1971. - 1980. godine - potrošnja ploča iverica povećavala se po prosječnoj stopi od 17% godišnje, a što je znatno brži rast od proizvodnje finalnih proizvoda od drveta.

2. PRIKAZ PROSJEČNE CIJENE I STRUKTURE CIJENE KOŠTANJA ZA SIROVINU, LJEPILO I ENERGIJU PO M³ PLOČE IVERICE

	1980. g.	1981. g.	1982. g.	1983. g.
	Iznos Strukt.	Iznos Strukt.	Iznos Strukt.	Iznos Strukt.
	din %	din %	din %	din %
Drvna sirovina	1.378,6	26,7	2.047,5	28,6
Ljepilo	860,2	16,5	1.189,5	17,1
Energija	486,4	9,4	706,6	9,7
	2.725,2	52,6	3.943,6	55,4

U tabeli su navedeni prosječni podaci za 6. proizvodjača ploča iverica.

3. ANALIZA PODATAKA O SIROVINI

Poznato je da proizvodnja ploča iverica koristi kao osnovnu sirovину, onaj dio drvne mase koja nije za primarnu i polufinalnu preradu drveta.

Proizvodnja iverica uzdrvnu masu iz šuma, kao sirovinu koristi i otpatke iz mehaničke prerade drveta. Ovakvo korištenje sirovine omogućuje proizvodjačima iverica da se uklapaju u intenciju društva s ciljem da se potpunije iskorištava šumsko bogatstvo i kroz tzv. sekundarnu sirovinu.

Uz ovo, proizvodnja iverica omogućuje kompleksno iskorištenje sirovine za primarnu i finalnu preradu drveta, jer u procesu proizvodnje koristidrvni otpadak ili sječku, koje u mehaničkoj preradi nastaje ili se proizvodi kao sekundarni proizvod.

U sadašnjem momentu proizvodnje ploča iverica suočavaju se na pojedinim lokacijama sa problemom snabdjevanja potrebnom drvnom masom. Često ove potrebe za drvnom masom - ploče iverice dolaze u sukob sa potrebama u celulozama i potrebama drvnne mase za ogrev.

S obzirom na ekonomsku podjelu kvalitete do ovoga ne bi trebalo dolaziti i smatra se da je pravi izlaz samo u dobro organiziranoj eksplotaciji drvne mase i izvlačenje iz šuma svih materijala za ove namjene.

Ograničenja su kroz visoke troškove šumske eksplotacije i troškove transporta. Ovi problemi dolaze više ili manje do izražaja i kod snabdjevanja drvnom masom - ne samo proizvodjače ploča iverica već i proizvodnju celuloze i papira.

Utrošci drvne sirovine kod nekih proizvodjača ploča iverica su nešto veći od programiranih normativa, te se tehnološki normativi ne održavaju u granicama normalnih tolerancija. Ostvareni normativi u utrošku drvne mase razlikuju se izmedju proizvodjača, što je ovisno o omjeru korištenja drvno industrijskog otpatka (sječke) i upotrebi sitne oblovine iz šuma, te o vrsti i kvaliteti drveta.

Veća odstupanja od tehnološkog normativa imaju oni proizvodjači ploča iverica koji u svom tehnološkom procesu koriste veće količine drvno industrijskog otpatka ili sječku. Takodjer isti slučaj je i kod onih proizvodjača koji u zadnje vrijeme dobivaju drvo iz šuma u tzv. višemetrici - umjesto isporuke prostornog drveta u dužini od 1 m. Ovo upućuje na zaključak da se radi o neodgovarajućem mjerenuju i drvno industrijskog otpatka (sječke) i tanje oblovine (prostornog drveta) tzv. višemetrice, koja se u pravilu isporučuje u dužinama od 4 m i više.

Kompletna ova situacija o drvnoj sirovini za ploče iverice ima određen utjecaj na povećanje vrijednosti drveta u ploči iverici, a tim i na ekonomski položaj proizvodjača iverica.

3.1. Proizvodjač "A"

U 1980. godini utrošena sirovina po m³ ploče iverice iznosi 1.579 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice iznosi 34,6%.

U 1981. godini utrošena sirovina po m³ ploče iverice iznosi 2.582 din. U strukturi cijeni koštanja za m³ ploče iverice sirovina sudjeluje sa 37,9%.

U 1982. godini vrijednost sirovine po m³ ploče iverice iznosi 2.791 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče drvo sudjeluje sa 34,7%.

U 1983. godini utrošeno drvo po m³ ploče iverice iznosi 3.408 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice sirovina iznosi 31,5%.

3.2. Proizvodjač "B"

U 1981. godini utrošeno drvo po m³ ploče iverice iznosi 1.471 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice drvo sudjeluje sa 19,4%.

U 1982. godini utrošena sirovina po m³ ploče iverice iznosi 2.769 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice iznosi 31,7%.

U 1983. godini vrijednost sirovine po m³ ploče iverice iznosi 3.381 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice sirovina sudjeluje sa 25,3%.

3.3. Proizvodjač "C"

U 1980. godini utrošena sirovina po m³ ploče iverice iznosi 1.256 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice sirovina sudjeluje sa 24,6%.

U 1981. godini vrijednost drveta po m³ ploče iverice iznosi 2.221 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice udio vrijednosti drveta iznosi 29,4 %.

U 1982. godini utrošeno drvo po m³ ploče iverice iznosi 2.704 din, u strukturi cijene koštanja udio vrijednosti sirovine iznosi 30,8%.

U 1983. godini utrošena sirovina po m³ ploče iverice iznosi 3.100 din, a u strukturi cijene koštanja udio je 26%.

3.4 Proizvodjač "D"

U 1980. godini vrijednost drveta po m³ ploče iverice iznosi 1.785 din. U strukturi cijene koštanja drvo sudjeluje sa 27%.

U 1981. godini utrošena sirovina po m³ ploče iverice iznosi 2.325 din, a u strukturi cijene koštanja sirovina sudjeluje sa 30%.

U 1982. godini utrošeno drvo po m³ ploče iverice iznosi 2.557 din. U strukturi cijene koštanja udio vrijednosti drveta je 29%.

U 1983. godini utrošena sirovina po m³ ploče iverice iznosi 3.552 din, a u strukturi cijene koštanja udio drveta 24%.

3.5. Proizvodjač "E"

U 1980. godini vrijednost drveta po m³ ploče iverice iznosi 1.138 din. U strukturi cijene koštanja drvo sudjeluje sa 24,6 %.

U 1981. godini utrošeno drvo po m³ ploče iverice iznosi 2.071 din. U strukturi cijene koštanja drvo sudjeluje sa 28,7 %.

U 1982. godini utrošena sirovina po m³ ploče iverice iznosi 2.473 din, a u strukturi cijene koštanja sudjeluje sa 30 %.

U 1983. godini vrijednost drveta po m³ ploče iverice iznosi 2.780 din, a udio u cijeni koštanja 28,1 %.

3.6. Proizvodjač "F"

U 1980. godini vrijednost sirovine po m³ ploče iverice iznosi 1.138 din., a udio u cijeni koštanja 22,8 %.

U 1981. godini utrošeno drvo po m³ ploče iverice iznosi 1.615 din. U strukturi cijene koštanja drvo sudjeluje sa 26,2 %.

U 1982. godini utrošena sirovina po m³ ploče iverice iznosi 1.632 din., a u strukturi cijene koštanja sudjeluje sa 22,6 %.

U 1983. godini vrijednost drveta po m³ ploče iverice iznosi 2.125 din., a udio u cijeni koštanja sudjeluje sa 22,8 %.

3.7. Prosječni podaci za sirovinu

U 1980. godini utrošak sirovine po m³ ploče iverice iznosi u prosjeku 1.378 din. U strukturi cijene koštanja sirovina sudjeluje u prosjeku sa 26,7 %.

U 1981. godini utrošak drvne mase po m³ ploče iverice iznosi u prosjeku 2.047 din. U strukturi cijene koštanja drvo u prosjeku sudjeluje sa 28,6 %.

U 1982. godini utrošak drveta po m³ ploče iverice u prosjeku iznosi 2.487 din. U strukturi cijene koštanja drvo u prosjeku sudjeluje sa 30,8 %.

U 1983. godini vrijednost drvne mase po m³ ploče iverice u prosjeku iznosi 3.057 din, a u strukturi cijene koštanja sudjeluje u prosjeku sa 26,9 %.

4. ANALIZA PODATAKA O LJEPILLU

4.1. Proizvodjač "A"

U 1980. godini utrošeno ljepilo po m³ ploče iverice iznosi 732 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice iznosi 16,1 %.

U 1981. godini vrijednost ljepila po m³ ploče iverice iznosi 759 din. U strukturi cijene koštanja udio ljepila 14,1 %.

U 1982. godini cijena ljepila po m³ ploče iverice iznosi 1.684 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice ljepilo sudjeluje sa 20,9 %.

U 1983. godini potrošnja ljepila po m³ ploče iverice iznosi 2.261 din. U strukturi cijene koštanja vrijednost ljepila sudjeluje sa 20,9 %.

4.2. Proizvodjač "B"

U 1981. godini ljepilo iznosi 841 din. po m³ ploče iverice. Udio ljepila u cijeni koštanja iznosi 11,1 % za m³ ploče iverice.

U 1982. godini utrošak ljepila po m³ ploče iverice iznosi 1.876 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice ljepilo sudjeluje sa 21,5 %.

U 1983. godini vrijednost ljepila po m³ ploče iverice iznosi 3.259 din., a udio u cijeni koštanja 24,4 %.

4.3. Proizvodjač "C"

U 1980. godini utrošak ljepila po m³ ploče iverice iznosi 697 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice ljepilo sudjeluje sa 13,6 %.

U 1981. godini ljepilo iznosi 1.528 din. po m³ ploče, a udio u cijeni koštanja 20,2 %.

U 1982. godini vrijednost ljepila po m³ ploče iverice iznosi 1.924 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice ljepilo sudjeluje sa 21,9 %.

U 1983. godini ljepilo iznosi 2.537 din. po m³ ploče iverice, a udio u cijeni koštanja 21,3 %.

4.4. Proizvodjač "D"

U 1980. godini utrošak ljepila po m³ ploče iverice iznosi 1.260 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice ljepilo sudjeluje sa 19 %.

U 1981. godini vrijednost ljepila po m³ ploče iverice iznosi 1.390 din., a udio u strukturi cijene koštanja 18 %.

U 1982. godini ljepilo iznosi 1.598 din. po m³ ploče iverice, a udio u cijeni koštanja 18 %.

U 1983. godini utrošeno ljepilo po m³ ploče iverice iznosi 3.301 din. U strukturi cijene koštanja utrošak ljepila sudjeluje sa 22 %.

4.5. Proizvodjač "E"

U 1980. godini utrošeno ljepilo po m³ ploče iverice iznosi 908 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice ljepilo sudjeluje sa 19,7 %.

U 1981. godini vrijednost ljepila po m³ ploče iverice iznosi 1.487 din., a udio u cijeni koštanja 20,6 %.

U 1982. godini ljepilo po m³ ploče iverice iznosi 1.808 din., a udio u cijeni koštanja 21,9 %.

U 1983. godini utrošak ljepila po m³ ploče iverice iznosi 2.411 din. U strukturi cijene koštanja za m³ ploče iverice utrošak ljepila sudjeluje sa 24,4 %.

4.6. Proizvodjač "F"

U 1980. godini vrijednost ljepila po m³ ploče iverice iznosi 704 din. U strukturi cijene koštanja vrijednost ljepila sudjeluje sa 14,1 %.

U 1981. godini ljepilo iznosi 1.132 din., po m³ ploče iverice, a udio u cijeni koštanja 18,4 %.

U 1982. godini utrošak ljepila po m³ ploče iverice iznosi 1.827 din., a udio u cijeni koštanja 25,4 %.

U 1983. godini utrošeno ljepilo po m³ ploče iverice iznosi 2.988 din. U strukturi cijene koštanja utrošeno ljepilo sudjeluje sa 32 %.

4.7. Prosječni podaci za ljepilo

U 1980. godini vrijednost ljepila po m³ ploče iverice iznosi 860 din. U strukturi cijene koštanja vrijednost ljepila sudjeluje sa 16,5 %.

U 1981. godini utrošeno ljepilo po m³ ploče iverice iznosi 1.189 din., a udio u cijeni koštanja 17,1 %.

U 1982. godini ljepilo iznosi 1.786 din. po m³ ploče iverice, a udio u cijeni koštanja 21,6 %.

U 1983. godini ljepilo iznosi 2.809 din., a udio u cijeni koštanja 24,2 %.

5. ANALIZA PODATAKA O ENERGIJI

Pod energijom obrađjeni su podaci o električnoj energiji, plinu, mazutu i tehnološkoj pari.

5.1. Proizvodjač "A"

U 1980. godini vrijednost električne energije po m³ ploče iverice iznosi 196 din. U strukturi cijene koštanja vrijednost električne energije iznosi 4,3 %.

Toplinska energija (po kojom podrazumijevamo ili plin ili mazut ili tehnološku paru) ima utrošak po m³ ploče iverice 152 din. a udio u cijeni koštanja 3,3 %.

Ukupna vrijednost energije po m³ ploče iverice iznosi 348 din., a udio u cijeni koštanja 7,6 %.

U 1981. godini električna energija iznosi 309 din., po m³ ploče a udio u cijeni koštanja 4,5 %. Toplinska energija po m³ ploče iverice iznosi 219 din, a udio u cijeni koštanja 3,2 %.

Ukupna vrijednost energije iznosi 528 din, a udio u cijeni koštanja 7,7 %.

U 1982. godini električna energija iznosi 372 din, a udio u cijeni koštanja 4,6 %. Toplinska energija iznosi 360 din, a udio u cijeni koštanja 4,5 %.

Ukupno energija iznosi 732 din, a udio u cijeni koštanja 9,1 %.

U 1983. godini električna energija iznosi 436 din, a udio u cijeni koštanja 4,0 %. Toplinska energija iznosi 566 din, a udio u cijeni koštanja 5,2 %.

Ukupna energija iznosi 1.002 din., a udio u cijeni koštanja 9,2 %.

5.2. Proizvodjač "B"

U 1981. godini električna energija iznosi 202 din, a udio u cijeni koštanja 2,6 %. Toplinska energija iznosi 335 din, a udio u cijeni koštanja 4,4 %.

Ukupno energija iznosi 537 din, a udio u cijeni koštanja 7,0 %.

U 1982. godini električna energija iznosi 240 din, a udio u cijeni koštanja 4,4 %. Toplinska energija iznosi 474 din, a udio u cijeni koštanja 5,4 %.

Ukupno energija iznosi 714 din, a udio u cijeni koštanja 9,8 %.

U 1983. godini električna energija iznosi 480 din, a udio u cijeni koštanja 3,6 %. Toplinska energija iznosi 778 din, a udio u cijeni koštanja 5,8 %.

Ukupno energija iznosi 1.258 din, a udio u cijeni koštanja 9,4 %.

5.3. Proizvodjač "C"

U 1980. godini električna energija iznosi 184 din, a udio u cijeni koštanja 3,6 %. Toplinska energija iznosi 289 din, a udio u cijeni koštanja 5,6 %.

Ukupno energija iznosi 473 din, a udio u cijeni koštanja 9,2 %.

U 1981. godini električna energija iznosi 282 din, a udio u cijeni koštanja 3,7 %. Toplinska energija iznosi 588 din, a udio u cijeni koštanja 7,8 %.

Ukupno energija iznosi 870 din, a udio u cijeni koštanja 11,5 %.

U 1982. godini električna energija iznosi 331 din, a udio u cijeni koštanja 3,7 %. Toplinska energija iznosi 838 din, a udio u cijeni koštanja 9,6 %.

Ukupno energija iznosi 1.169 din, a udio u cijeni koštanja 13,3 %.

U 1983. godini električna energija iznosi 441 din, a udio u cijeni koštanja 3,7 %. Toplinska energija iznosi 1.509 din., a udio u cijeni koštanja 12,6 %.

Ukupno energija iznosi 1.950 din, a udio u cijeni koštanja 16,3 %.

5.4. Proizvodjač "D"

U 1980. godini električna energija iznosi 268 din, a udio u cijeni koštanja 4 %. Toplinska energija iznosi 430 din, a udio u cijeni koštanja 7 %.

Ukupno energija iznosi 688 din, a udio u cijeni koštanja 11 %.

U 1981. godini električna energija iznosi 367 din, a udio u cijeni koštanja 5 %. Toplinska energija iznosi 561 din, a udio u cijeni koštanja 7 %.

Ukupno energija iznosi 930 din, a udio u cijeni koštanja 12 %.

U 1982. godini električna energija iznosi 640 din, a udio u cijeni koštanja 7 %. Toplinska energija iznosi 946 din, a udio u cijeni koštanja 11 %.

Ukupno energija iznosi 1.586 din, a udio u cijeni koštanja 18 %.

U 1983. godini električna energija iznosi 684 din, a udio u cijeni koštanja 5 %. Toplinska energija iznosi 2.082 din, a udio u cijeni koštanja 14 %.

Ukupno energija iznosi 2.768 din, a udio u cijeni koštanja 19 %.

5.5. Proizvodjač "E"

U 1980. godini električna energija iznosi 241 din, a udio u cijeni koštanja 5,2 %. Toplinska energija iznosi 192 din, a udio u cijeni koštanja 4,2 %.

Ukupno energija iznosi 433 din, a udio u cijeni koštanja 9,4 %.

U 1981. godini električna energija iznosi 346 din, a udio u cijeni koštanja 4,8 %. Toplinska energija iznosi 333 din, a udio u cijeni koštanja 4,6 %.

Ukupno energija iznosi 679 din, a udio u cijeni koštanja 9,4 %.

U 1982. godini električna energija iznosi 424 din, a udio u cijeni koštanja 5,1 %. Toplinska energija iznosi 430 din, a udio u cijeni koštanja 5,2 %.

Ukupno energija iznosi 854 din, a udio u cijeni koštanja 10,3 %.

U 1983. godini električna energija iznosi 482 din, a udio u cijeni koštanja 4,9 %. Toplinska energija iznosi 571 din, a udio u cijeni koštanja 5,7 %.

Ukupno energija iznosi 1.053 din, a udio u cijeni koštanja 10,6 %.

5.6. Proizvodjač "F"

U 1980. godini električna energija iznosi 164 din, a udio u cijeni koštanja 3,3 %. Toplinska energija iznosi 326 din, a udio u cijeni koštanja 6,5 %.

Ukupno energija iznosi 490 din i udio u cijeni koštanja 9,8 %.

U 1981. godini električna energija iznosi 205 din i udio u cijeni koštanja 3,3 %. Toplinska energija je 455 din, a udio u cijeni koštanja 7,4 %.

Ukupno energija iznosi 660 din s udjom u cijeni koštanja 10,7 %.

U 1982. godini električna energija iznosi 248 din, a udio u cijeni koštanja 3,4 %. Toplinska energija iznosi 492 din s udio u cijeni koštanja 6,8 %.

Ukupno energija iznosi 740 din, a udio u cijeni koštanja 10,2 %.

U 1983. godini električna energija iznosi 519 din, s udjom u cijeni koštanja 5,6 %. Toplinska energija iznosi 737 din, a udio u cijeni koštanja 5,7 %.

Ukupno energija iznosi 1.256 din, s udjom u cijeni koštanja 11,3%.

5.7. Prosječni podaci za energiju

U 1980. godini električne energije po m³ ploče iverice iznosi 210 din. s udjom u cijeni koštanja 4,1 %. Toplinska energija iznosi 276 din. i udjom u cijeni koštanja 5,3 %.

Ukupna energija iznosi 486 din. s udjom 9,4 %.

U 1981. godini električna energija iznosi 226 din, a udio u cijeni koštanja 4 %. Toplinska energija iznosi 590 din. s udjom 5,7 %.

Ukupna energija iznosi 706 din, s udjom u cijeni koštanja 9,7 %.

U 1982. godini električna energija iznosi 377 din, s udjom u cijeni koštanja 4,7 %. Toplinska energija iznosi 590 din, s udjom u cijeni koštanja 7,1 %.

Ukupno energija iznosi 966 din, s udjom u cijeni koštanja 11,7 %.

U 1983. godini električna energija iznosi 507 din, s udjom cijene koštanja 4,5 %. Toplinska energija iznosi 1.040 din. i udio u cijeni koštanja 8,5 %.

Ukupno energija iznosi 1.547 din, s udjom u cijeni koštanja 12,9%.

6. DISKUSIJA

Studija je razradjena na osnovu podataka iz proizvodnje iverica i podataka iz literature i stručnih analiza.

6.1. Sirovina

Kretanje cijene sirovine za m³ ploče iverice iznosi u prosjeku za navedene proizvodjače iverica u razdoblju 1980. - 1983. godine:

I N D E K S

	bazni	verižni
1980.god.	100,00	-
1981.god.	148,54	148,54
1982.god.	180,47	121,49
1983.god.	221,84	122,91

U razdoblju 1980. - 1983. godine prosječna cijena drveta po m³ ploče iverice porasla je za 121,8 %. Ovaj porast za proizvodjače se kreće od 86,73% do 146,80%.

U strukturi cijene koštanja ploča iverica udio vrijednosti drveta kreće se od 22,6% do 37,9% za proizvodjače ploča iverica, a u prosjeku od 26,3% do 29,7%.

Podaci ukazuju da sirovina ima određeni utjecaj na cijenu koštanja.

Potrebno je napomenuti da najnižu cijenu drveta po m³ ploče iverice imaju proizvodjači iz jedne naše republike. Za pretpostaviti je da ovi proizvodjači koriste značajnije količine drvnog otpadka iz radne organizacije, koji se vjerovatno proizvodjaču iverica ustupa po nižim cijenama. U ovom slučaju može se raditi i o određenoj politici cijena koje se vode na nivou republike.

Kod proizvodjača ploče iverice iz druge dvije republike u cijeni drveta po m³ ploče nema bitniji razlika. Razlike koje se pojavljuju su neznatne i u glavnom su ovisne o transportnim troškovima, većem ili manjem korištenju drvnog otpadka iz radne organizacije, vrsti drveta, kvaliteti drveta, te radi utroška većih ili manjih količina drvene mase po m³ ploče iverice i dr.

6.2. Ljepilo

Prosječni porast cijene ljepila po m³ ploče iverice u spomenutom razdoblju za 6 proizvodjača iznosi:

I N D E K S

	bazni	verižni
1980.god.	100,00	-
1981.god.	142,09	142,09
1982.god.	207,67	146,15
1983.god.	324,65	156,32

U razdoblju 1980. - 1982. godine prosječna cijena ljepila po m³ ploče iverice porasla je 224,65%. Ovaj porast za pojedine proizvodjače se kreće od 161 % do 263 %.

U strukturi cijene koštanja ploče iverice udio ljepila kreće se od 11 % do 32 %, razmatranje pojedinačno proizvodjača, a u prosjeku za sve proizvodjače od 16,5 % do 24,1 %.

Podaci za ljepilo ukazuju da se godišnje udio u strukturi cijene koštanja povećava.

Kod razmatranja podataka potrebno je spomenuti da razlike između proizvodjača su uvjetovane s više činjenica. Cijena ljepila po m³ ploče iverice kod pojedinog proizvodjača ovisi o količini nabave ljepila na domaćem i inozemnom tržištu, troškovima transporta ljepila, normativu utroška ljepila i dr. Normativ utroška ljepila ovisi kod pojedinih proizvodjača o kvaliteti drveta, kvaliteti iverja, vrsti drveta, radu postrojenja i dr. Kod pojave loše kvalitete (raslojavanje i dr.) ploče - ovo se u prvom momentu nastoji otkloniti s povećanjem ljepila, što takodje ima određeni utjecaj na cijenu ljepila po m³ ploče iverice kod pojedinih proizvodjača.

6.3. Energija

Prosječni rast cijene energije po m³ ploče iverice u razdoblju 1980. - 1983. godine za spomenute proizvodjače iznosi:

I N D E K S

	bazni	verižni
1980.god.	100,00	-
1981.god.	144,46	144,46
1982.god.	197,95	137,02
1983.god.	317,00	160,14

U periodu 1980. - 1983. godine energija je u prosjeku za proizvodjače porasla po m³ ploče iverice za 217 %. Ovaj porast za pojedine proizvodjače se kreće od 154 % do 312 %.

U strukturi cijene koštanja po m³ ploče iverice energija sudjeluje od 6,6 % do 19 %, razmatranje pojedinačno proizvodjače. U prosjeku udio energije u cijeni koštanja za sve proizvodjače kreće se od 9,4 % do 12,9 %.

Navedeni podaci ukazuju da cijena energije po m³ ploče iverice značajno rastu i udio se u cijeni koštanja povećava. Razlike koje se pojavljuju između proizvodjača treba tražiti u razlikama cijene električne energije i plina po republikama, kao i u bržem rastu cijena pojedine energije (mazut), te u različitim utrošcima energije po m³ ploče iverice.

6.4. Prosječni podaci za sirovину, ljepilo i energiju

Prosječan rast cijene sirovine, ljepila i energije za sve spomenute proizvodjače u razdoblju 1980. - 1983. godine iznose:

I N D E K S

	bazni	verižni
1980.god.	100,00	-
1981.god.	144,7	144,7
1982.god.	192,3	132,8
1983.god.	272,1	141,5

Za period 1980. - 1983. godine osnovna tri materijala u proizvodnji ploča iverica su porasla za 172 %.

U projektu za sve proizvodjače udio ovih materijala u cijeni koštanja m³ ploče iverice iznosi od 52,6 % do 64,1 %. Prosječna stopa rasta iznosi 39,6 %. U 1981. godini u odnosu na 1980. godinu ovi materijali su porasli za 44,7 %, a u 1982. godini u odnosu na 1981. godinu za 32,8 % i za 1983. godini u odnosu na 1982. godinu za 41,5 %.

Sagledavanje strukture cijene koštanja jasno je vidljivo da sirovina, ljepilo i energija imaju značajno povećanje iz godine u godinu.

U evropskim razvijenim zemljama stopa rasta kreće se od 6 do 12 % za 1980. i 1981. godinu.

Uz eventualne subjektivne slabosti kod proizvodjača ploča iverica u utrošku sirovine, ljepila i energije po m³ ploče iverice, a koji se u projektu za sve proizvodjače svode na minimalne veličine - može se zaključiti da ovako visok rast cijena ovih materijala prisiljava proizvodjače da izlaz traže u povećanju cijena prodaje ploča iverica. Podaci nesumljivo ukazuju da izvor povećanja cijena prodaje ploče treba tražiti u velikim povećanjima cijena sirovine, ljepila i energije.

Poznato je da tvornice iverice za održavanje postrojenja trebaju uz domaće dijelove značajne dijelove iz uvoza. Ovome treba dodati materijal za brušenje koji je također iz uvoza. Uz sve navedeno materijalni troškovi u proizvodnji imaju i druge materijale.

U 1983. godini u cijeni koštanja m³ ploče iverice sirovina, ljepilo i energija sudjeluju u projektu za 6 proizvodjača 64 %. Na osnovu ovoga, te tehničkog materijala, brusnog materijala i drugih materijalnih troškova - jasno je da u strukturi cijene koštanja: sirovina, repromaterijal, energija i ostali materijalni troškovi sudjeluju sa cca 75 - 80 %.

Poznata je velika zaduženost ove proizvodnje, te uz sve iznešeno i ovo uvjetuje skupu proizvodnju ploča iverica u našim uvjetima i proizvodjači ploča iverica imaju više nego skroman utjecaj na proizvodnju jeftinije iverice.

Prof. dr Stevan Bojanin
Šumarski fakultet
Zagreb

IZRADA I TRANSPORT DRVNE MASE,
SIROVINE ZA IZRADU PLOČA

UVOD I PROBLEMATIKA

Prema definiciji prijedloga JUS-a za proizvode eksploracije šuma, drvo za drvne ploče, tj. za proizvodnjudrvnih ploča, predstavlja poseban sortiment.

Drvo može biti izrađeno kao prostorno drvo u obliku cjepanica i oblica, te nadalje kao oblovina. Zatim, kao sirovina dolaze u obzir pilanski otpaci i šumski ostaci, te sječka (iverje). Dužina cjepanice je 1 m; oblica 2 m, a oblovine 2 m do 8 m. Promjeri kod oblica se kreću od 7 cm do 30 cm, a kod oblovine od 7 cm do 35 cm.

U novije vrijeme za drvo namijenjeno preradi u kemijskoj industriji te za proizvodnju ploča usvojen je naziv industrijsko drvo. Ovaj se izraz primjenjuje kako za prostorno drvo (cjepanice i oblice), tako i za višemetarsko drvo za proizvodnju ploča, u JUS-u nazvano oblovina. Prema terminologiji koja je usvojena, naziv za ovo višemetarsko drvo je industrijsko drvo utovarnih dužina.

Drvo za ploče, prema dosadašnjim shvaćanjima, pripada u prostorno drvo, koje u visokom postotku participira udrvnoj

masi dobivenoj iz proreda. Od ukupno posjećene drvne mase godišnje u Jugoslaviji otpada na prorede u prosjeku 30 %. Međutim, na području šumskih gospodarstava Bjelovar i Koprivnica, od ukupno posjećene drvne mase, na prorede otpada ca. 46 %. Postotak prostornog drva, posebno zbog visokog udjela bukve, iznosi za navedeno područje u prosjeku ca. 56 % izrađene drvne mase.

Prije sedrvna masa koja nije spadala u tehničku oblovinu izradivala na klasičan način, u jednometarskim dužinama, tako da su se deblji komadi cijepali, što je uzrokovalo visoke troškove proizvodnje. Posebno se to odnosi na proredne sastojine s relativno malom doznačenom drvnom masom po ha i tankim stablima. Stoga se permanentno poduzimaju mjere kako bi se radovi na eksploataciji šuma racionalizirali. Ovo je posebno važno kod prostornog, odn. industrijskog drva, gdje su troškovi eksploatacije veći nego kod tehničke oblovine, a prodajna cijena je niža. U razmatranjima ćemo tretirati problematiku prorednih sastojina.

SJEČA I IZRADA

U našim prilikama, kod sječe i izrade ne primjenjuju se strojevi za obaranje te za sječu i izradu (harvesteri), nego se ovi radovi obavljaju pomoću jednoručnih motornih pila. U prorednim sastojinama radnici obično ne rade u grupama, nego svaki za sebe. Sortimentna metoda se napušta i sve više se primjenjuje deblovna, poludeblovna metoda i metoda duge oblovine (utovarnih dužina), naročito u tanjim (prorednim) sastojinama. Stablovna metoda (obaranje i transport stabala s krošnjama do mesta prerade) gotovo se ne primjenjuje.

Kod izrade industrijskog drva sve više se primjenjuje izrada višemetarskog necijepanog drva (utovarne dužine), što snizuje troškove kod sječe i izrade te transporta. Ova se metoda može primijeniti u sastojinama s tanjim stablima (čišćenje i proreda) gdje se od cijelih debala ili njihovog znatnog dijela izrađuje industrijsko drvo. Kod debljih stabala, industrijsko se drvo izrađuje od kraćih isječaka, te vršnih dije-

lova debala, kao i od grana. Ovdje su manje mogućnosti za izradu višemetarskog industrijskog drva.

Kao što se iz prethodnog izlaganja vidi, veliki dio industrijskog drva potječe iz prorednih sastojina, tj. od tanjih stabala. Kod glavnog prihoda, gdje se koriste deblja stabla, iz donjeg debljeg dijela stabla izrađuje se tehničko drvo, a iz gornjeg dijela i iz grana izrađuje se industrijsko drvo. U eksploataciji šuma stalno je prisutan zakon djelovanja volumena komada (Stückmassegesetz), tj. što je volumen sortimenta veći, utrošak vremena po jedinici proizvoda kod proizvodnje je manji. Ovdje na utrošak vremena po jedinici proizvoda u velikoj mjeri djeluje debljina, tj. promjer deblovine, odn. volumen stabala, što se vidi na slici 1. Utjecaj povećanja volumena stabala na smanjenje utroška vremena nakon određene veličine u znatnoj se mjeri smanjuje. Ovi odnosi utroška vremena kod stabala raznih prsnih promjera važe i za dijelove pojedinih stabala. Obzirom da se tehničko drvo izrađuje iz donjeg debljeg dijela debla, a industrijsko iz gornjeg, tanjeg dijela i iz granjevine, utrošci vremena za izradu industrijskog drva (po jedinici proizvoda - m^3) su uvijek veći. Obzirom da je cijena industrijskog drva manja od tehničkog, a troškovi proizvodnje veći, posebno se nameće potreba da se proizvodnja industrijskog drva racionalizira i troškovi proizvodnje snize, pri čemu je uvijek prisutna i humanizacija rada.

Ukazat ćemo još na neke momente, zbog kojih izrada industrijskog drva po jedinici proizvoda zahtjeva više vremena.

Na slici 2 prikazan je utrošak vremena kresanja grana debala po sekcijama od 4 m dužine u postotku prema ukupnom vremenu kresanja po stablu. Također su prikazani postoci drvne mase sekcija prema ukupnoj drvnoj masi debla. Iz slike se vidi da na prvoj sekciji od 32,2 % drvne mase debla utrošak vremena kresanja grana iznosi svega 6,6 % od ukupnog vremena kresanja po stablu. Dalje se vidi da se na prve tri sekcije od 80 % drvne mase debla utroši 37 % vremena kresanja, dok se na gornje tri sekcije (20 % drvne mase stabla) utroši 63 % vremena kresanja po stablu. U gornjim dijelovima debla iz kojih se izrađuje industrijsko drvo, prema tome, troši se po m^3 drvne mase znatno više vremena za kresanje grana nego u donjem dijelu debla iz koga se izrađuje tehničko drvo. Ovo se vidi i iz sl. 3,

gdje je prikazan utrošak vremena kresanja grana u minutama po m^3 drvne mase za pojedine sekcije debla. Utrošak vremena kresanja za donju sekciju iznosi $1,30 \text{ min}/m^3$. Kod narednih sekcija, idući prema vrhu stabla, kako se granatost povećava a promjer smanjuje, povećava se i utrošak vremena po m^3 drvne mase, tako da kod vršne sekcije iznosi čak $106 \text{ min}/m^3$ drvne mase.

Kod ustaljenog načina obračuna utroška vremena kresanja grana, ukupni utrošak po stablu se ravnomjerno raspoređuje po m^3 drvne mase svih izrađenih sortimenata. Time se utrošak vremena kresanja po m^3 drvne mase prostornog drva smanjuje, a tehničkog drva povećava.

Utrošak vremena prepiljivanja (trupljenja) jednoručnom motornom lančanom pilom po jedinici površine presjeka povećava s povećanjem debljine komada do određenog promjera, a zatim opada, što se vidi iz slike 4. I iz ovoga se vidi da je utrošak vremena izrade po jedinici proizvoda za industrijsko drvo veći nego za izradu tehničkog drva, obzirom da se kod istog stabla tehnička oblovina u pravilu izrađuje iz donjeg debljeg, a industrijsko drvo iz tanjeg gornjeg dijela debla i grana.

Radi boljeg uvida u strukturu izrađene drvne mase, u tabeli 1 prikazan je postotni udio tehničkog i prostornog, odn. industrijskog drva udrvnoj masi krupnog drva bukve. S povećanjem debljine debla, učešće tehničkog drva se povećava, a prostornog drva se smanjuje. Za navedena stabla, u prosjeku, udio tehničkog drva je nešto manji nego prostornog. Nadalje se vidi da drvna masa krošnje iznosi u prosjeku 8,1 % ukupno izrađene drvne mase stabla. Od izrađene drvne mase industrijskog (prostornog) drva, u prosjeku 84,2 % potječe iz debla, a 15,8 % iz krošnje.

U tabeli 2. prikazani su utrošci vremena za pojedine varijante izrade industrijskog drva. Kod izrade jednometarskog drva deblji komadi su cijepani, dok su komadi od 3,7 m i 6,0 m izrađivani u obliku stanju. S povećanjem dužine industrijskog drva smanjilo se i vrijeme izrade. Najveće smanjenje nastalo je eliminiranjem cijepanja. Utrošci vremena izrade industrijskog drva dužina 6 m i 1 m odnose se gotovo kao 1 : 2.

Izostavljanjem drvne mase grana, utrošak vremena izrade industrijskog drva od 3,7 m dužine smanjio se za 5,4 %,

zbog povećanja debljine komada. Istovremeno smanjila se izrađena drvna masa ca. 8,1 % (tabela 1), što također treba uzeti u obzir. Postotak dodatnog vremena na efektivno vrijeme iznosi je 54 %.

Izradu tehničke oblovine (trupaca) nećemo u ovoj radnji posebno tretirati. Osvrnut ćemo se samo na odnose utrošaka vremena kod izrade industrijskog drva i tehničke oblovine.

U bukovoj sastojini prosječnog prsnog promjera stabla 31 cm, izrađeno je industrijsko drvo prosječne duljine 2,9 m i debljine 15 cm, te trupci prosječne dužine 4,4 i debljine 30 cm. Odnos utrošaka vremena po m^3 drvne mase iznosio je 3,0 : 1,0, tj. utrošak vremena izrade industrijskog drva bio je tri puta veći. Kod izrade jednometarskog industrijskog (prostornog) drva s cijepanjem debljih komada, te trupaca prosječne dužine 3,8 m i debljine 27 cm, vrijeme izrade 1 m^3 drvne mase prostornog drva bio je 4,8 puta veći nego kod trupaca. Pr. promjer srednjeg stabla iznosio je 25 cm.

U hrastovoj sastojini, 36 cm pr. pr. srednjeg plošnog stabla, kod izrade jednometarskog prostornog drva i trupaca prosječne duljine 4,2 m i debljine 31 cm, utrošci vremena izrade prostornog drva i trupaca po m^3 drvne mase bili su u odnosu 6,2 : 1.

Veći raspon utrošaka vremena izrade prostornog drva i trupaca kod hrasta nego kod bukve uslijedio je zbog toga što su trupci hrasta deblji nego bukovi, pa je vrijeme izrade manje. Vrijeme izrade prostornog drva je u oba slučaja približno isto. Prosječna debljina komada prostornog drva bila je u oba slučaja podjednaka (oko 15 cm).

Ovom usporedbom željeli smo ukazati kako je vrijeme izrade sortimenta manje vrijednosti znatno veće nego vrednijeg sortimenta.

PRIVLAČENJE

Kod svih varijanata, privlačenje se sastojalo od sakupljanja iz sastojine duž vlaka i samog privlačenja po vlaci i zemljanim putu do pomoćnog stovarišta. Radi komparabilnosti, u

svim slučajevima udaljenost sakupljanja je uzeta 0,1 km, a privlačenja po vlaci, odn. izvoženja 1,0 km. Norme vremena u min/m^3 drvne mase za sakupljanje i privlačenje kod pojedinih varijanata prikazane su u tabeli 3.

Po varijanti 1 (tabela 3) prostorno drvo debljine 1 m sadržaja $0,66 \text{ m}^3$ podignuto je i izneseno pomoću traktora iz sastojine do vlake.

Po varijanti 2, jednometarsko prostorno drvo, prethodno sakupljeno duž vlake, izvezeno je po vlaci do pomoćnog stovarišta pomoću traktora s prikolicom nosivosti 7 m^3 . Utovar i istovar su obavljeni montiranom hidrauličnom dizalicom.

Po varijanti 3, industrijsko drvo duljine 3,7 m sakupljeno je duž vlake adaptiranim poljoprivrednim traktorom bez vitla.

Po varijanti 4, kod sakupljanja je primijenjena poludebljovna metoda; dužina poludebala je iznosila u prosjeku 11 m. Sortimenti su izrađeni duž vlake; prosječna duljina industrijskog drva iznosila je 6 m.

Po varijanti 5a, industrijsko drvo duljine 3,7 m izvezeno je vlakom pomoću forvardera do pomoćnog stovarišta, a po varijanti 5b, izvezeno je forvarderom industrijsko drvo dužine 6 m.

Kako se u tabeli 3 vidi, norma vremena sakupljanja industrijskog drva duljine 3,7 m je ca. 52 % veća nego kod sakupljanja primjenom poludebljovne metode.

U tabeli 3 su prikazane razne kombinacije sakupljanja i privlačenja (izvoza) jednometarskog i višemetarskog drva.

Najmanji utrošak vremena (norma vremena - min/m^3 drvne mase) bio je kod primjene poludebljovne metode za sakupljanje na 0,1 km i privlačenje (izvoženje) industrijskog drva duljine 6 m, pomoću forvardera.

Kod sakupljanja (iznošenja) jednometarskog drva pomoću traktora s vitlom i izvoza pomoću traktora s prikolicom, utrošak vremena po m^3 drvne mase je 73 % veći nego kod primjene poludebljovne metode za sakupljanje i izvoza industrijskog drva duljine 6 m pomoću forvardera. I ovdje se vidi prednost izrade višemetarskog drva.

Najveći utrošak vremena bio je kod primjene traktora s dvobubanjskim vitlom za sakupljanje i privlačenje jednometar-

skog prostornog drva. U odnosu na izvoz industrijskog drva duljine 6 m pomoću forvardera, ovdje je utrošak vremena 3,6 puta veći, dok je 2,1 puta veći nego kod izvoza pomoću traktora s prikolicom.

Usporedit ćemo izvoz po vlaci (zemljanom putu) bukovih trupaca i industrijskog drva pomoću forvardera.

Dimenzije (prosječne vrijednosti) su bile slijedeće:

		trupci	industrijsko drvo
duljina	m	4,3	2,3
debljina	cm	38,3	15,1
kubatura tovara	m^3	8,48	9,06

Utrošak vremena kod utovara po jednom zahvatu hvatača dizalice kod utovara i istovara bio je za industrijsko drvo veći nego za trupce, dok je kubatura zahvata bila manja. Pored toga, kod utovara industrijskog drva vrijeme vožnje je bilo dulje nego kod utovara trupaca. Zbog svega toga, utrošak vremena utovara i istovara industrijskog drva bio je 2,2 puta veći nego za trupce.

Vrijeme vožnje je bilo u oba slučaja isto. Na udaljenosti od 0,2 km dnevni učinak kod izvoza trupaca bio je 49 % veći nego za industrijsko drvo. Na udaljenosti prijevoza od 2,0 km, zbog manjeg udjela vremena utovara i istovara u vremenu ture, razlika dnevnog učinka u korist prijevoza trupaca iznosi 23 %. I ovdje dolazi do izražaja zakon djelovanja mase komada (Stückmassegesetz), što se nepovoljno odražava na troškove prijevoza sortimenta manje vrijednosti.

PRIJEVOZ

Prijevoz industrijskog drva, obzirom da se za izvoz primjenjuju forvarderi, može se na kraće udaljenosti obaviti forvarderom, čime se eliminira na pomoćnom stovarištu pretovar. Na većim udaljenostima prijevoz treba obaviti kamionima, budući je primjena forvardera zbog manje brzine na većim udaljenostima neekonomična. Granična udaljenost prijevoza forvarderom

je "prekretnica troškova".

Kod prijevoza kamionom, veliki udio u ukupnom vremenu ture čini fiksno vrijeme, tj. vrijeme utovara i istovara, dok drugi dio predstavlja vrijeme vožnje praznog i opterećenog vozila, tzv. varijabilno vrijeme, koje se s promjenom udaljenosti mijenja.

Prema naprijed prikazanim rezultatima, efektivni utrošak vremena za utovar višemetarskog industrijskog dryva iznosi $3,78 \text{ min/m}^3$ d. mase. Dodatno vrijeme je 1,32 tako da norma vremena iznosi $4,99 \text{ min/m}^3$ d. mase. Kod istovara, obzirom na naprijed pomenute veličine iznosi $1,71 \times 1,25 = 2,14 \text{ min/m}^3$ d. mase.

Prema nosivosti kamiona, eventualno i prikolice, utrošak fiksnih vremena (utovara i istovara) odredi se po tovaru.

Vrijeme vožnje (varijabilno vrijeme) odredi se prema brzini kretanja vozila za određenu udaljenost. Pri tome treba uzeti u obzir učešće dužine šumske i javne ceste, budući da je brzina kretanja na šumskoj cesti znatno manja nego na javnoj. Pri tome ulogu igra i ukupna udaljenost prijevoza. Prema rezultatima naših istraživanja, brzine praznog vozila na javnoj i šumskoj cesti odnose se kao 1 : 2,54. Taj odnos za opterećeno vozilo iznosi 1 : 2,36.

Kod prijevoza jednometarskog prostornog drva, posebnu pažnju posvetili problemu utovara i istovara, budući je problem vožnje isti kao i kod višemetarskog drva. Ovdje su obuhvateće 3 varijante: 1. paketirano (čeličnom vrpcem vezano drvo) u svežnjeve do $0,53 \text{ m}^3$, te utovar u kamion i istovar specijalnim hvatačem hidraulične dizalice; 2. Utovar i istovar prostornog drva u rasutom stanju hidrauličnom dizalicom sa specijalnim hvatačem, pošto je drvo prethodno ručno složeno u složajevе; 3. Ručni utovar drva u kamion, bez prethodnog slaganja, te ručni istovar. Pod istovarom se ovdje podrazumijeva pretovar iz kamiona u vagone.

U tabeli 4 prikazani su utrošci vremena za utovar i pretovar po m^3 d. mase. Kod ručnog utovara i pretovara, obzirom na rad tri, odn. četiri radnika, trajanje rada je bilo kraće od utroška vremena. Vrijeme utovara i pretovara hidrauličnom dizalicom, paketiranog te drva u rasutom stanju (min/m^3), gotovo se poklapa.

Primjena ručnog rada nije ni kod jedne varijante eliminirana. Dok je utrošak ručnog rada kod 1. i 3. varijante gotovo

isti, kod druge varijante je za ca. 1/3 niži. Prema tome 2. varijanta je najpovoljnija. Prva varijanta bi bila povoljnija da se drvo umjesto na pomoćnom stovarištu paketira u sastojini prije privlačenja. Na taj način bi se olakšao i ubrzao rad na privlačenju.

Vrijeme zadržavanja kamiona prilikom utovara i istovara kod 1. i 2. varijante je gotovo isto, dok je kod 3. varijante, uz angažirani broj radnika, 91 do 97 % duže, što u velikoj mjeri utječe na učinak kod prijevoza.

ZAKLJUČCI

Izrada drva od 1 m dužine i cijepanje zahtijevaju visok utrošak vremena izrade, tako da su troškovi proizvodnje često viši od prodajne cijene drva. Problem je posebno važan u prednjim sastojinama, zbog visokog udjela prostornog drva.

Izradom industrijskog drva od 3-4 m dužine iz debla i krošnje, utrošak vremena se smanjuje u prosjeku za 42,9 %, posebno zbog eliminiranja cijepanja.

Budući da se izradom duljih sortimenata smanjuje utrošak vremena izrade, treba izrađivati drvo u maksimalno mogućim dužinama. Kod provedenih istraživanja ove dužine su iznosile 6 m.

Kod izvoženja industrijskog drva forvarderom, pokazalo se da kod udaljenosti izvoza od 1,0 km, povećanjem dužine komada od 3,7 na 6 m, utrošak vremena po m^3 drvene mase opada za 16,6 %, pa se i ovdje vidi prednost izrade dužih komada.

Utrošak vremena privlačenja jednometarskog drva bio je 1,7 do 3,6 puta veći nego industrijskog drva dužine 6 m.

Kod utovara jednometarskog drva u kamione i istovara, ni kod jedne od primijenjenih triju varijanti nije se mogao eliminirati ručni rad. Drvo bi trebalo paketirati u sječini.

Gdje je moguće, treba da određene udaljenosti sakupljanje i privlačenje obaviti istim sredstvom, kako bi se eliminiranjem pretovara smanjili troškovi privlačenja. Ovo važi i za izvoz i prijevoz.

LITERATURA

1. Bojanin, S.: Odnos utrošaka vremena i donje granice izrade sortimenata kod jelovih stabala. Šumarski list 11-12, 1978.
2. Bojanin, S.: Arbeitsanalyse beim Transport von Blochholz mittels der Lastkraftwagen. XVII Internationales Symposium über die Mechanisierung der Forstnutzung vom 28. 08. bis 03. 09. 1983. in Zalesina, Jugoslawien. Sammelbuch der Referate, Zagreb, 1984.
3. Bojanin, S., Sever, S.: Primjena domaće hidraulične dizalice HAK7-Š "Tehnomehanika" - Marija Bistrica, kod utovara i istovara tehničke oblovine. Biblioteka mehanizacije 1, 1977.
4. Bojanin, S., Sever, S.: Istraživanje problematike utovara, istovara i pretovara s transportom prostornog drva. Mehanizacija šumarstva, 5-6, 1978.
5. Bojanin, S., Sever, S., Tomičić, B.: Komparativna istraživanja obaranja stabala, izrade i transporta jedno- i višemetarskog prostornog drva bukve i hrasta. Pakrac - Zagreb, 1978.
6. Bojanin, S., Sever.: Kraće ili duže industrijsko drvo iz prorednih sastojina listača. Drvna industrija, 11-12, 1979.
7. Douda V. et al.: Mechanizační prostředky Lesnické. Praha 1965.
8. Hilf, H. H.: Waldarbeit. K. Rubner Neudammer Forstliches Lehrbuch 4. Lieferung, Berlin 1955.
9. Lovrić, N.: Mogućnost primjene centralnog izvlačenja kod planiranja i projektiranja šumskih transportnih sustava. (Disertacija), Šum. fak. Zagreb, 1976.

Izradena drvna masa tehničkog i prostornog, odnosno industrijskog drva, od stabala pojedinih debljinskih razreda

Tabela 1

Debljinski razred pr. pr.	Udio tehničkog i prostornog, odnosno industrijskog drva udrvnoj masi stabla (deblo i krošnja)			Udio drvne mase krošnje u ukupnoj masi stabla	Udio prostornog, odnosno industrijskog drva u deblu i krošnji u odnosu na drvnu masu prostornog, odnosno industrijskog drva po stablu		
	Tehničko drvo	Prostorno, odnosno industrijsko drvo	Drvna masa stabla		Debla	Krošnje	Ukupno po stablu
cm	%						
17,5	-	100	100	-	100	-	100
22,5	5,9	94,1	100	7,8	91,7	8,3	100
27,5	35,9	64,5	100	6,6	89,8	10,2	100
32,5	60,6	39,4	100	8,6	78,0	22,0	100
37,5	64,0	36,0	100	10,3	71,4	28,6	100
42,5	73,4	26,6	100	8,9	66,7	33,0	100
Pronjek	48,7	51,3	100	8,1	84,2	15,8	100

Utrošci vremena i proizvodnost rada kod pojedinih varijanti izrade prostornog, odnosno industrijskog drva

Tabela 2

Radna operacija odnosno vrsta vremena	V a r i j a n t a i z r a d e			
	Izrada prostornog drva dužine 1 m iz debla i krošnje	Izrada industrijskog drva dužine 3,7 m		Izrada industrijskog drva dužine 6 m, iz debla
		iz debla i krošnje	iz debla	
		min po m^3 drvne mase s korom		
Stabilovno vrijeme	22,07	22,07	23,30	23,30
Krejenje i prepiljivanje	11,75	8,70	7,01	5,22
Cijepanje	25,23	-	-	-
Slaganje	26,15	17,87	15,71	15,31
Efektivno vrijeme	85,20	48,64	46,02	43,83
Norma vremena	131,21	74,90	70,87	67,50
Odnos utroška vremena	194,4	111,0	105,0	100,0
Proizvodnost rada	51,4	90,1	95,0	100,0

Utrošci vremena i proizvodnost rada, kod sakupljanja i privlačenja prostornog i industrijskog drva bukve, pomoću raznih strojeva za privlačenje

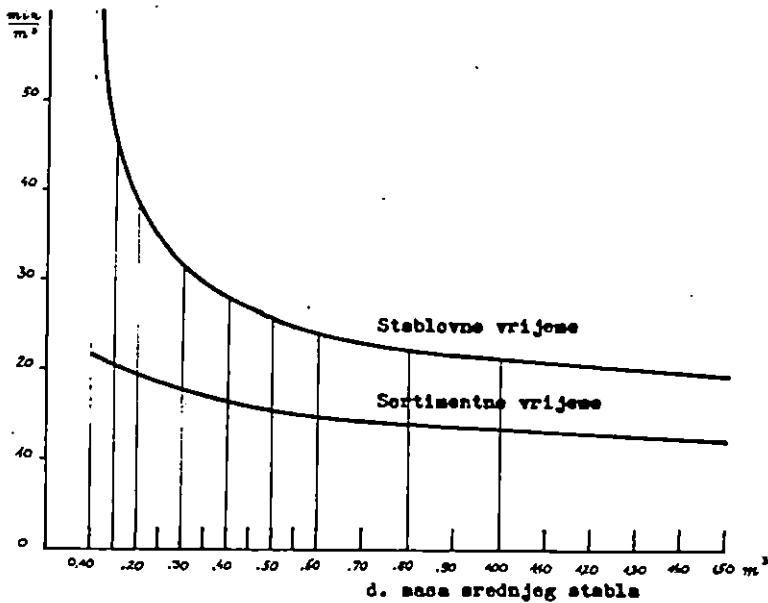
Tabela 3

Varijanta	Varijanta rada kod sakupljanja odnosno privlačenja	Udaljenost km	Prostorno drvo dužine 1 m	Industrijsko drvo dužine 3,7 m		Industrijsko drvo dužine 6 m
				Norma vremena min/m ³	drvne mase	
1	Sakupljanje pomoću traktora s dvobubanjskim vitiom	0,10	16,17	-	-	-
2	Privlačenje pomoću traktora s prikolicom	1,00	11,70	-	-	-
3	Sakupljanje vućem pomoću traktora	0,10	-	-	14,57	-
4	Sakupljanje pomoću traktora primjenom poludebljone metode (komadi dužine 11 m)	0,10	-	-	-	9,56
5 a,b	Privlačenje (izvoženje) pomoću forvardera	1,00	-	-	7,67	6,58
6	Sakupljanje i privlačenje pomoću traktora s dvobubanjskim vitiom	1,10	-	58,73	-	-
Ukupno vrijeme sakupljanja i privlačenja		-	27,87	58,73	22,24	16,14
Odnos utrošaka vremena		-	172,7	363,9	137,8	100,0
Proizvodnost rada		-	57,9	27,5	72,6	100,0

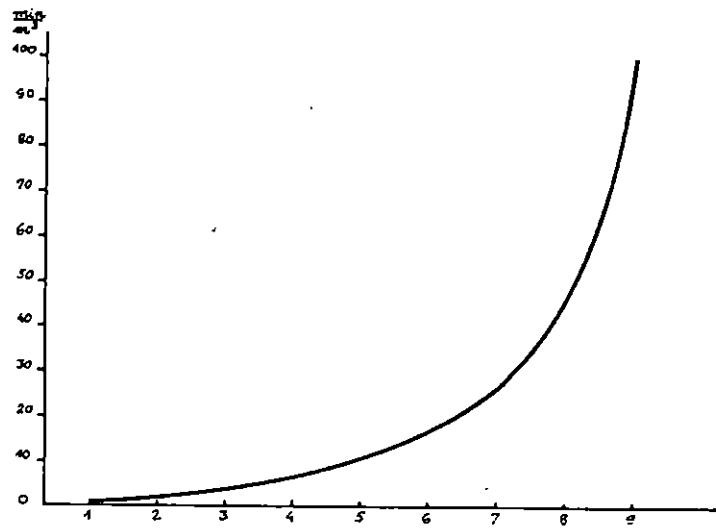
Utrošci vremena (norme vremena), kod manipuliranja prostornim drvom

Tabela 4

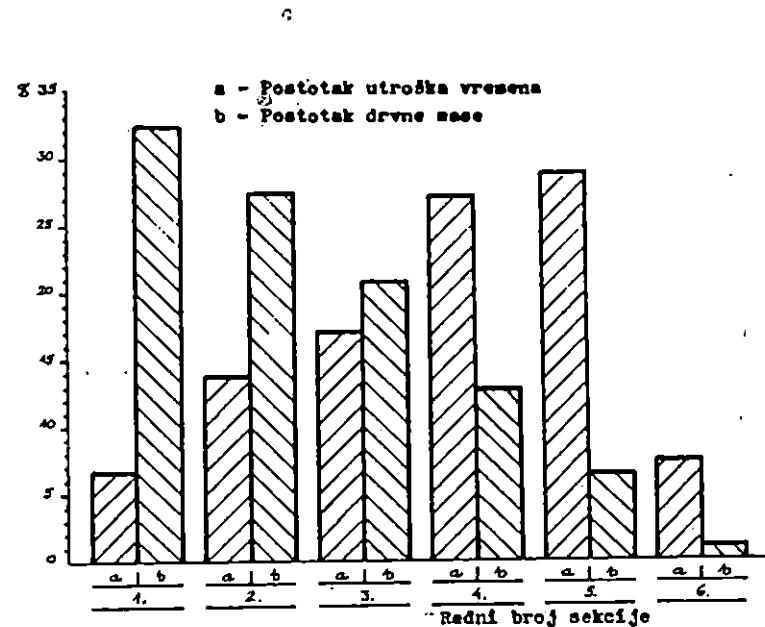
Varijanta rada	Radna operacija						Primjedba	
	Ručno slaganje u 2 m visoke složaje	Paketiranje	Utovar u kamion	Pretovar iz kamiona u vagon	Utovar i pretovar	Ručni rad		
	Utrošak vremena		Trajanje radne operacije			Utrošak vremena		
	min po m ³							
1. Vezanje u pakete sadržaja 0,53 m ³ ; utovar i pretovar pomoću hidraulične dizalice	-	33,01	2,90	2,87	5,77	33,01	5,77	
2. Utovar i pretovar (nepaketiranog) prostornog drva pomoću hidraulične dizalice	20,84	-	3,31	2,27	5,58	20,84	5,58	
3. Ručni utovar i pretovar (grupa od tri radnika na utovaru i četiri na pretovaru)	-	-	7,43	3,57	11,00	31,40	11,00	
							Vrijeme čekanja kamiona	



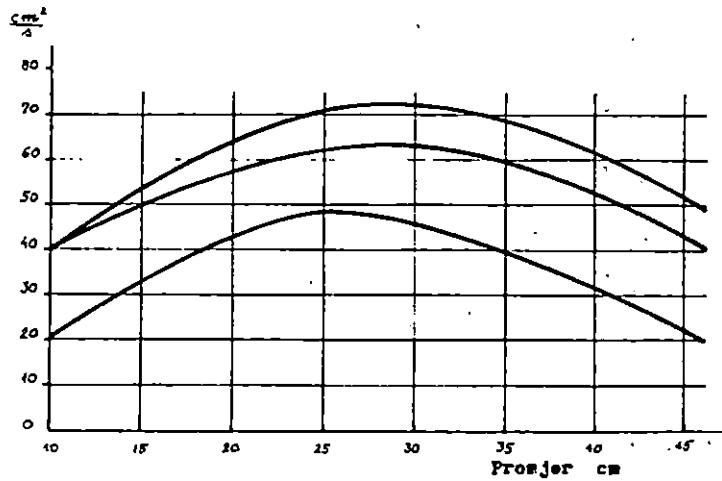
Slika 1 - Utrošci vremena obaranja i izrade (min/m^3) kod stabala različite drvene mase



Slika 3 - Utrošci vremena kresanja grana po pojedinih sekcijama debla



Slika 2 - Postotci utrošaka vremena kresanja grana pojedinih sekcija prema ukupnom vremenu po deblu i postotci drvene mase sekcija u odnosu na drvenu masu debla



Slika 4 - Učinci jednoručnih motornih pila kod trupljenja oblovnine raznih debljina

Božidar Tomičić

PROIZVODNJA SITNOG INDUSTRIJSKOG DRVA ZA MEHANIČKU I KEMIJSKU PRERADU

1. UVOD I PROBLEMATIKA

Od početka organiziranog šumarstva do danas, tehnologija iskorišćivanja drvne mase podređena je dobivanju tehničke oblovine. Tanka oblovina i prostorno drvo iskorišćivani su na razne načine, ali su uvek bili u drugom, sporednom planu.

Sortimenti prostornog drva bili su do nedavna namijenjeni pretežno za ogrijev na domaćem tržištu. Manji dio je upotrebljavan kao sirovina u kemijskoj ili drugoj industrijskoj preradi, bilo na domaćem, bilo na inozemnom tržištu. Niz novo izgrađenih tvornica u zemlji, danas kao osnovnu sirovinu koristi upravo sortimente prostornog drva.

Šumarstvo naše zemlje raspolaže sa znatnim količinama prostornog drva, kojega dio tek treba učiniti dostupnim za industrijsku preradu. Otvaranje šuma izgradnjom prometnica, istraživanje prikladne tehnologije sječe i izrade, privlačenja i dopreme potrošačima, uz odgovarajuće tržne cijene i prihvatljive troškove proizvodnje, danas su glavni zadaci šumarstva. Stvarne potrebe preradivačke industrije podmirivane su dijelom iz domaćih izvora, a dijelom iz uvoza. Istovremeno znatne količine sitne drvne mase i korisnih otpadaka ostaje u šumi neiskorišteno zbog nedovoljne razvijenosti i organiziranosti šumarstva, kao i nepovezanosti s preradivačkom industrijom.

Troškovi iskorišćivanja drvne mase, a naročito prostornog drva svakim danom su sve veći i rastu brže od prodajnih cijena drvnih sortimenata.

2. ZNAČAJKE SJЕČIVOG ETATA S.G. "MOJICA BIRTA" BJELOVAR

Šumsko gospodarstvo (Š.G.) ostvaruje posljednjih godina sječivi etat u količini od cca 500.000 m³ neto drvne mase. Na prostorno drvo otpada 60% ili 300.000 m³ (430-450.000 prm.) Od proizvedene količine prostornog drva isporuči se oko 130.000 m³ za ogrijev, a oko 170.000 m³ (57%) namijenjuje se za industrijsku preradu.

Pod prostornim drvom podrazumijevaju se sortimenti izrađeni iz tanje oblovine i granjevine. Proizvodi se na dva načina i oblika. Jednim načinom se drvo prerezuje na dužinu 1 m, a oblice tvrdih listača promjera preko 10 cm se cijepaju. Slaže se u složaje veličine od 0,25 do 1,00 prm, i u praksi se naziva metarsko (m) drvo.

Kod drugog načina drvo se prerezuje u dužinama od 2,0 do 8,0 m, ne cijepa se, a u praksi se naziva višemetarsko (vm) ili sitno industrijsko drvo (s.i.d.)

Prostorno drvo (m i vm) namijenjeno za industriju celuloze, ploča iverica i vlaknatica, lesonit ploča, galerteriju, ambalažu i drvenu vunu naziva se u ovom prikazu sitno industrijsko drvo, a sve ostalo ogrijevnim drvom.

Š.G. u usporedbi sa društvenim šumama SRH-e sudjeluje sa 7 % površine, 14% drvne zalihe, 12% broja zaposlenih, ali je vrlo značajno ostvarenje 17 % proizvodnje prostornog drva. Sječivi etat se ostvaruje na velikom broju sječina (preko 400) s masom od prosječno 47 m³/ha. Srednje kubno sječivo stablo (s.k.s.) iznosi svega 0,47 m³ sa 21 cm prsnim promjerom. Udeo proreda u sjećivom etatu iznosi 61 % po masi, a 81 % po površini.

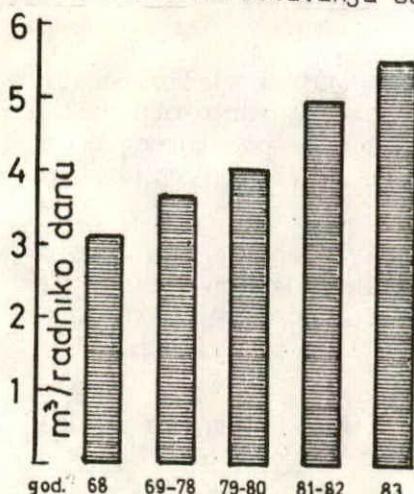
Š.G. se prostire sa 80 % površine u brdu i planini. Otvorenost šuma tvrdim cestama iznosi svega 7,8 km/ooo ha. Mechanizirano privlačenje drvne mase pretežno se provodi poljoprivrednim traktorima, a manjim dijelom specijalno izrađenim za šumarstvo.

Tijekom protekla dva desetljeća pojavilo se usporenje priljeva mlađe radne snage, a ponuda konjskih zaprega u stalnom je opadanju. Uvažavajući navedene značajke sjećivog etata uz neprikladnost mehanizacije, te slabu otvorenost šuma, mogu se sagledati sve teškoće iskorištenja drvne mase, a naročito ravnomjernost odvijanja proizvodnje, čime je otežana opskrba potrošača, a naročito industrije. Upravo je visoki udio prostornog drva stvarao velike probleme, čija je proizvodnja obavljana uz visoke troškove. Osim visokih troškova, prostorno drvo izradivano u dužini 1 m uvjetovalo je stagnaciju proizvodnosti rada, a izrazito je neprikladno za mechaniziranu manipulaciju. Trošak privlačenja konjskim zapregama i tovarnim konjima je dva puta skuplje od vlastite mehanizacije. Izravna posljedica takovog stanja odražavala se je i na stalnom neizvršenju planskih količina prostornog drva.

Trebalo je iznalaziti nove metode, tehnologiju i organizaciju rada u cilju izvršenja cijelokupnog, čak i povećanog sjećivog etata, stvaranja dohodka i akumulacije, povećanja proizvodnosti rada, te sigurnog i ravnomjernog snabdjevanja potrošača, a naročito preradivača sitnog industrijskog drva. Postojeće stanje bilo je neodrživo.

3. ISTRAŽIVANJA U CILJU PROMJENE POSTOJEĆEG STANJA

Istraživanja su pokazala nemogućnost povećanja proizvodnosti i mehaniziranosti radova, te zaustavljanje visokog porasta troškova uz primjenu postojeće tehnologije i organizacije rada. Provedena su istraživanja u svim fazama radova iskorišćivanja šuma.



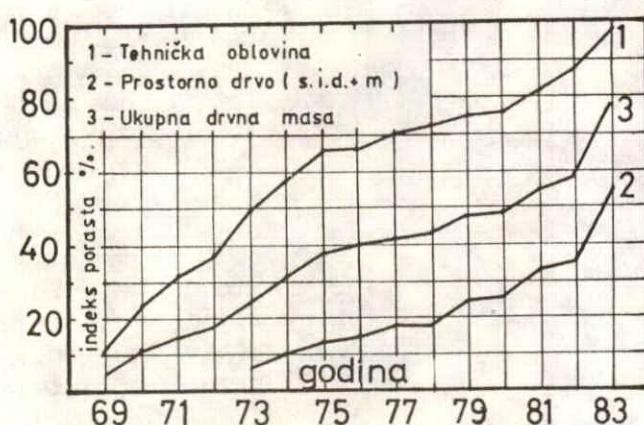
Slika 1-Učinak sječe i izrade u razdoblju 1968-1983.god.

Na sjeći i izradi od prvog uvođenja motornih pila 1961.god. broj radnika u radu s jednom motornom pilom neprekidno se smanjuje. Proizvodnost rada je rasla, ali se je ustalila sa grupom veličine od dva radnika (1+1) godine 1969, kada nastupa stagnacija i takovo stanje traje do 1978.g.(Sl.1.)

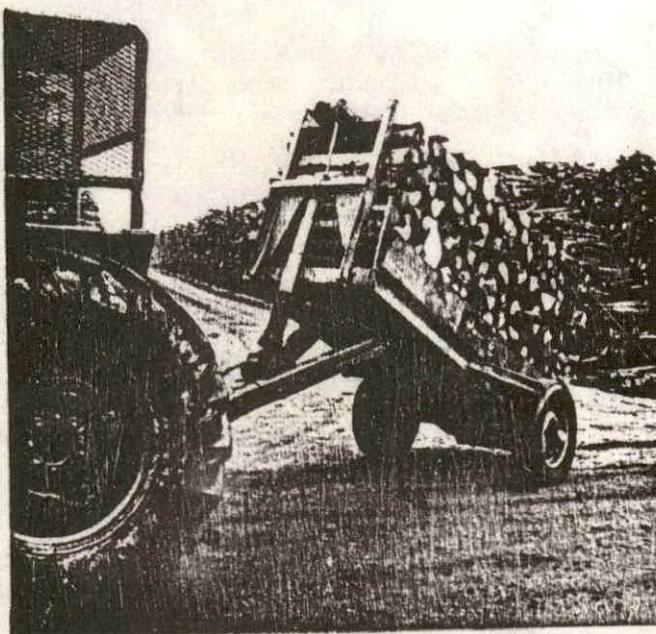
Zbog toga se je god.1978. prišlo izvođenju sječe i izrade s 1 radnikom (1+0) u sastojinama srednjeg prsnog promjera do 25 cm. Usporedo s time počelo se je istraživati proizvodnja prostornog drva u dugom necijepanom obliku (vm). Uvođenje mehanizacije za

privlačenje oblovine ozbiljnije počinje 1969.god. Mechanizacija je dosta brzo svladavala privlačenje krupne tehničke oblovine, jer su se na tržištu pojavili za to prikladni zglobni traktori. Počinju se uvoditi i traktori iz veliko-serijske poljoprivredne mehanizacije. No ovi strojevi mogu obavljati radove u šumi samo uz određene dodatke, dorade i preinake. Na tržištu nije bilo priključaka za izvoženje i iznošenje prostornog drva dužine 1 m.

Bez mehaniziranosti privlačenja prostornog drva otežano je uvođenje i potpuna godišnja zaposlenost strojeva, jer se ovi sortimenti proizvode pretežno tijekom vegetacije, a veći dio oblovine u zimskim mjesecima.



Slika 2.-Kretanje mehaniziranosti privlačenja u razdoblju 1969-1983.godine.

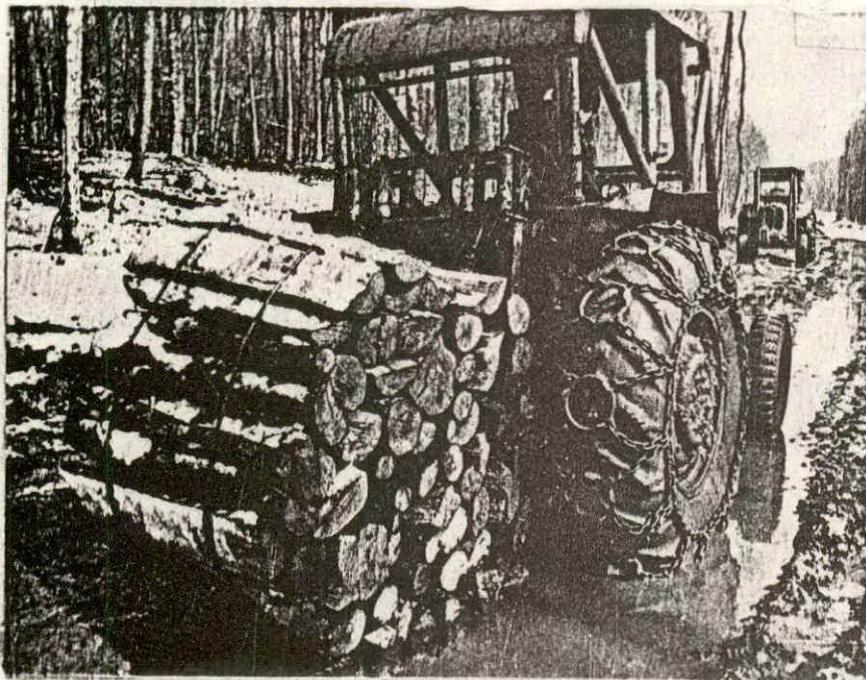


Slika 3-Prikolica ŠP-3k za izvoženje prostornog drva dužine 1 m-izrađena u radionici ŠG-a - nosivost 3 prm.

Bez potpune godišnje zaposlenosti strojeva teško je u poduzeću stvarati povoljnu klimu za nabavu mehanizacije.

Zbog toga je god.1973.u Gosподarstvu osnovana radionica s namjenom izrade priključaka za iznošenje i izvoženje prostornog drva dužine 1 m, od kada i počinje proces mehaniziranosti ovih sortimenata. (S1.2.) U radionici je izrađeno nekoliko priključaka, od kojih su dva prikazana na S1.3 i 4. Ta rješenja su pokazala mogućnost uspješne zamjene tovarnih konja na iznošenju prostornog drva dužine 1 m, kao i suzbijanje visokih cijena. Omogućila su stalnost zaposlenja vučnih strojeva, ali nisu otvarala nova rješenja u promjeni tehnologije. Utovarno-prijevozni kapaciteti koncipirani su za utovar i prijevoz tehničke oblovine, a prostorno drvo pretežno su prevozili privatnici uz isključivo ručni utovar, pretežno s radnicima ŠG-a.

Učinjeno je dosta napora na zamjeni ručnog utovara prostornog (m) drva dizalicama, ali rezultati nisu bili značajniji. Istovremeno i nezavisno od ovih saznanja izvršena je izgradnja, proširenje i modernizacija preradivačkih



Slika 4-Uređaj za iznošenje prostornog drva dužine 1 m - izrađen u radionici ŠG-a - nosivost 1 prm

kapaciteta temeljnih na preradi prostornog, odn. sitnog industrijskog drva. Primjena saznanja u proizvodnji dala je vrlo dobre rezultate. No pokazala se je velika osjetljivost izrađenog vm drva na napade gljiva, naročito izrađenog tijekom ljetnih mjeseci, ukoliko je stajalo duže vrijeme, bilo u šumi, bilo na pomoćnim stovarištima. Koeficijent korištenja mehanizacije na privlačenju, utovaru i prijevozu nije ostvaren u očekivanim granicama.

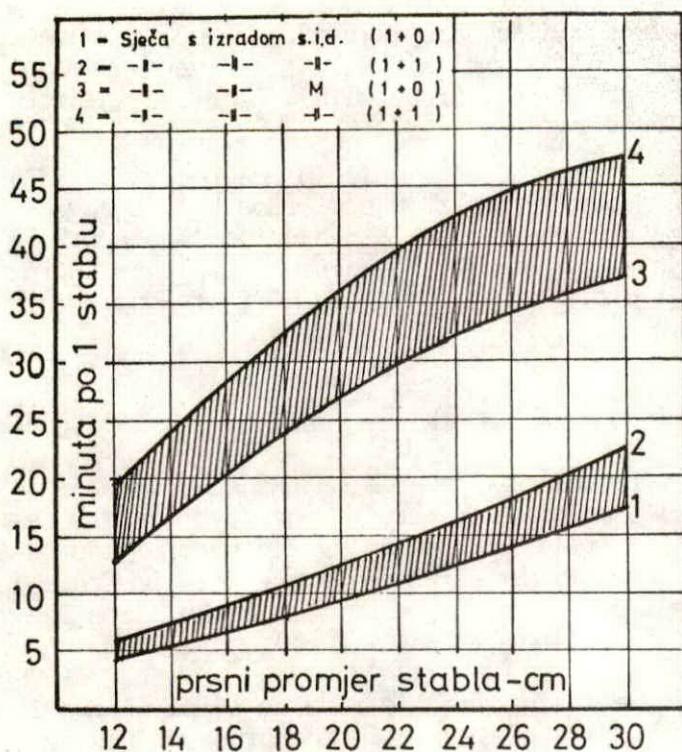
Zbog navedenih razloga prišlo se je dalnjim promjenama. Uvodi se grupni rad na sjeći i izradi, te privlačenju. Grupa radnika izvodi radove na sjeći i izradi, kopčanju, privlačenju te uhrpavanju, a osobni dohodak ostvaruju samo za jedinice, koje su složene ili uhrpane na pomoćnom stovarištu. Radi uspješne provedbe grupnog rada uključuju se prijevozno-utovarni kapaciteti u lanac proizvodnje, čime je vrijeme od sječe do potrošača skraćeno, često od jednog do svega nekoliko dana.

4. REZULTATI RADA NA PROMJENI TEHNOLOGIJE I ORGANIZACIJI RADA

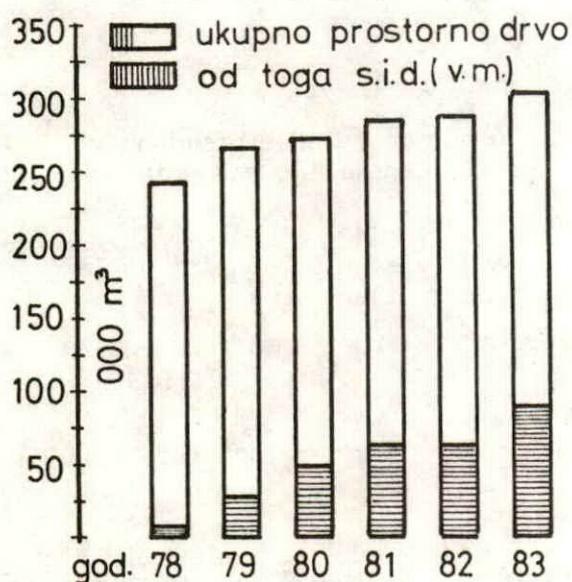
Dobiveni rezultati istraživanja naznačili su i odredili smjer razvijanja novih metoda, tehnologije i organizacije rada. Počinje intenzivna primjena dobivenih saznanja u proizvodnju. U svim fazama iskorišćivanja ostvaruju se značajne i brze promjene.

Sječa i izrada

Nastale promjene proizlaze iz primjene organizacije rada s 1 radnikom, te količina izrađenog vm, od ukupno proizvedenog prostornog drva. Proizvodnost rada proistiće iz odnosa utroška čistog vremena sječe i izrade za različitu tehnologiju i veličinu radne grupe. Utrošak čistog vremena za sječu s izradom i m i vm drva s 1 radnikom iznosi prosječno 75 % od utrošenog



Slika 5-Potrebno čisto vrijeme sječe i izrade za različitu tehnologiju i organizaciju rada



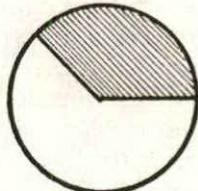
Slika 6-Proizvodnja vm(s.i.d.) drva i ukupno prostornog drva.

vremena, kada posao obavljaju 2 radnika. (sl.5) Istraživanja su pokazala da manji utrošak za rad s 1 radnikom proizlazi zbog znatno manje utrošenih stablovnih i sortimentnih vremena tehničke oblovine(55%) i nešto manje utrošenih sortimentnih vremena m i vm drva(oko 92,5% odnosno 87%). Utrošak čistog vremena za sječu s izradom vm drva iznosi prosječno 35 % od utrošenog vremena za sječu s izradom m drva, i u organizaciji rada s 1 i u organizaciji rada s 2 radnika (Sl.5) Manji utrošak čistog vremena pri izradi vm drva proizlazi iz eliminiranja pojedinih radnih operacija,kao što je cijepanje, slaganje, a smanjen je broj prerezivanja i prinošenja, a upravo ove radne operacije traju dugo a zahtjevaju od radnika i vrlo veliki utrošak energije.

Rezultati istraživanja pokazuju, da je potrebno forsirati sjeću i izradu vm drva s 1 radnikom.U tom je slučaju utrošak čistog vremena svega od 21% do 36% od utroška za sječu i izradu m drva s 2 radnika.Proizvodnost rada se povećava za 2,77 do 3,85 puta.

Utrošak goriva i maziva na sjeći i izradi vm drva je manji za 35,5 % od onoga pri izradi m drva,što danas nije zanemariva vrijednost.

Ostvarene promjene su vidljive (sl.1) već 1979/80 godine,a naročito 1981/82.godine, kada su proizvedene znatne količine vm drva i kada je organizacija rada (1+0) izrazitije zastupljena.Tako je proizvodnja vm drva iznosila 1978.g. svega 8.047 m³,



■ sječa i izrada
(1+0)

Slika 7-Ostvarena organizacija rada
(1+o) 1983.god.

da bi 1982.godine porasla na 63.230 m³, a u 1983. godini na 87.635 m³ ili 29,2 % od ukupnog proizvedenog prostornog drva (sl.6). Organizacija rada (1+o) ostvaruje se sa 37%.

Vidljivo je postojanje velikih mogućnosti za daljnjim povećanjem proizvodnosti rada, ali i zavisnost od količine drvene mase sječivog etata Š.G.-a koja će se proizvoditi na osnovu rezultata istraživanja i dosadašnje primjene u proizvodnji (Sl.7,8,9).

Privlačenje drvnih sortimenata

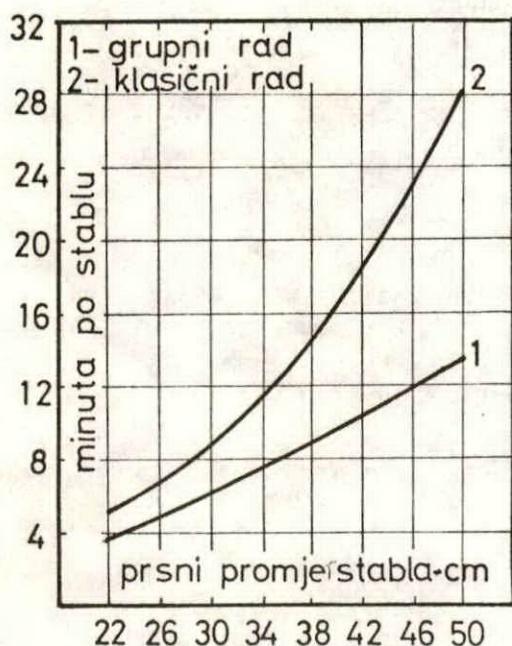
Spoznalo se, da nema znatnijeg povećanja mehaniziranosti ako se ne obuhvati i privlačenje prostornog drva. Također se može utvrditi da je porast mehaniziranosti privlačenja vezan na promjenu tehnologije sječe i izrade. Mehanizirano privlačenje prostornog drva ima značajniji porast tek od 1979.godine i stalno raste, s povećanjem količina izrađenog s.i.d. u dugom, necijepanom obliku - vm - (Sl.2,6.)

Međutim, sama promjena tehnologije, a i organizacije rada na sjeći i izradi ne može donijeti stalan i brzi porast mehaniziranosti prostornog drva, koje se je u 1983.godini privlačilo još uvijek skoro polovica konjskim zapregama (Sl.2). Potrebno je ulagati sredstva za makro i mikro otvaranje i izgradnju traktorskih vlaka, kao i iznalaženje pogodnih strojeva i priključaka za bržu mehaniziranost. Isto tako potrebno je organizaciju rada stalno unapređivati, jer su troškovi privlačenja, a naročito konjskim zapregama vrlo visoki.

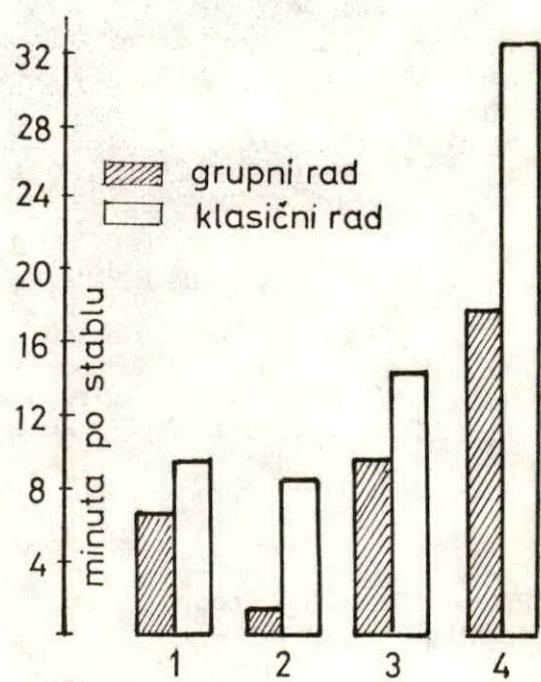
Grupni rad na sjeći, izradi i privlačenju

Uvođenjem grupnog rada objedinjene su sve dosadašnje promjene u proizvodnji. Postignuti rezultati mogu se sažeti u nekoliko osnovnih pokazatelja.

- Povećanje iskorištenja i učinka strojeva na privlačenju. Radnici poklanjaju veću pažnju kvalitetnijem izvođenju radnih operacija.
- Povećanje učinka prijevozno-utovarnih kapaciteta. Vozila raspoređena za odvoz sa stovarišta, gdje se primjenjuje grupni rad, stalno su nadijeljena podjednakim količinama drvene mase.
- Udio deblovine metode je povećan u odnosu na prijašnje metode rada. Primjenjuje se svugdje gdje to sastojinske prilike dozvoljavaju.
- Ostvarenje djelomične izmjene radnika na izvođenju radnih operacija(sječa i izrada - kopčanje - vožnja traktora-prerezivanje debbla na pomoćnom stovarištu - uhrpavanje dizalicom na pom.stovarištu).



Slika 8-Usporedba utrošenog čistog vremena sječe i privlačenja za klasični i grupni način rada



Slika 9-Usporedba utrošenog čistog vremena za klasični i grupni način rada. 1-sječa
i izrada 2 -kopčanje
3-privlačenje 4-ukupno

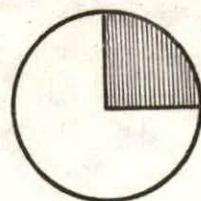
Pokazalo se je, da je rad sjekača s motornom pilom u klasičnoj organizaciji rada pri izradi vod. drva preko dozvoljene granice, a opasnost od profesionalnih oboljenja povećana.

Traktoristi su također izloženi štetnim utjecajima zbog neprekidnog rada s traktorima.

Izmjena u izvođenju svih radnih operacija tijekom radnog vremena ostvarena je tek djelomično, a u potpunosti samo na sjeći i izradi - kopčanju i prerezivanju na pom.stovarištu.

- Povećanje proizvodnosti rada na sjeći i izradi, te privlačenju.

Ovo povećanje se očituje i na sjeći i na privlačenju a naročito na kopčanju, osim iz već naprijed navedenih razloga, naročito zbog primjene deblovnje metode rada. Snimanja su pokazala, da u grupnom radu potrebno čisto vrijeme iznosi svega 55% od onoga pri izvođenju radova klasičnom organizacijom rada, kada se svaka faza radova izvodi vremenski odvojeno. (Sl.8,9). Učinak sječe i izrade po radniku-danu porasla je u 1983.g. izrazitije od ostvarenja 1981-1982.god. upravo zahvaljujući primjeni grupnog rada u iznosu 25% od cijelokupno ostvarenog sječivog etata (sl.10). No važno je navesti da je time i količina izrađenog vod. drva znatno porasla. Sve ovo



■■■ grupni rad

Slika 10-Ostvarenje grupnog rada 83.g.

je doprinijelo i porastu mehaniziranog privlačenja ukupne drvne mase, a naročito prostornog drva (Sl.2)

- Istovremeno obavljanje sječe i izrade, privlačenja i otpreme, osigurava potrošačima isporuku drvne mase u najkraćim i dinamikom razrađenim rokovima. Time preradivači sid dobivaju zdravu i kvalitetnudrvnu masu.

Prijevozno - utovarni radovi

Prijevoz i utovar oblovine riješen je mehanizacijom već ranije. Prostorno drvo utovarivano je ljudskom snagom sve dok nije otpočela izrada vm drva. Od tada pa do danas mehaniziranost utovara neprekidno raste što je vidljivo iz tablice 1, kako za DOUR-a Autotransport tako i za cijelo Š.G.

Prijevoz i utovar prostornog drva (m i vm)

Tablica 1

Prije-voznik	Godina	Ukupno preve-ženo	U t o v a r e n o			
			ručno		dizalicama	
			m3	%	m3	%
DOUR-a Autotransport	1978	44.916	39.263	87,4	5.653	12,6
	1979	53.593	35.270	65,8	18.323	34,2
	1980	51.439	23.695	46,1	27.744	53,9
	1981	57.957	22.384	38,6	35.573	61,4
	1982	64.857	25.121	38,7	39.736	61,3
	1983	73.998	14.236	19,2	59.762	80,8
Ukupno Š.G.	1982	215.664	136.517	63,3	79.147	36,7
	1983	279.528	128.367	45,9	151.161	54,1

Izrada sid u dugom, necijepanom obliku pozitivno se je odrazila osim na mehaniziranost utovara i na dinamiku zaposlenosti vozila Autotransporta. Proizvodnost rada Autotransporta u 1982.god. povećana je za 7,2 %, a u 1983. godini za 11,4%. To je izuzetno dobar rezultat, a uvjetovan je svima do sada navedenim promjenama.

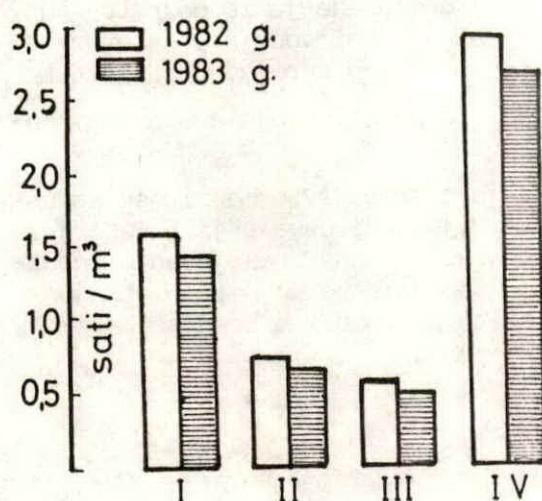
Važno je napomenuti da je mehanizirani utovar vm drva potakao rješavanje m drva. Tako je u 1983.godini jedna trećina toga drva utovarena dizalicama, dok je vm drvo u potpunosti mehanizirano.

PROIZVODNOST RADA ISKORIŠČIVANJA SUMA NA RAZINI SG-a
(neposredni radovi)

Norma vrijeme i norma učinka u iskorišćivanju šuma

Tablica 2

Faza rada	Norma vrijeme		Norma učinka		Indeks 1983 1982 %	
	sati / m ³		m ³ /radnika - danu			
	1982.g.	1983.g.	1982.g.	1983.g.		
Sječa i izrada	1,60	1,45	5,00	5,52	110,4	
Privlačenje	0,75	0,67	10,67	11,94	111,9	
Pomoći radovi	0,56	0,50	14,29	16,00	112,0	
Ukupno	2,91	2,62	2,75	3,05	111,0	



Slika 11-Proizvodnost rada iskorišćivanja šuma I-sječa i izrada II - privlačenje III-ostali radovi IV-ukupno

u fazi privlačenja,prijevoza i utovara,što je zaista povoljnije nego ranije.

Praćenjem po vrsti strojeva i navedenim radovima utvrđeni su ipak nezadovoljavajući godišnji učinci.

Vrtoglavim porast nabavnih cijena strojeva odraziti će se na nepredvidivost troškova.

U operativi je već zastupljeno uvođenje dvosmjenskog rada u ljetnim mjesecima dužine obdanice od 14 do 16 sati. Pristup ovom načinu organizacije promatran je kroz izvršenje zadataka, a naročito radi povećanja koeficijenta iskorišćenja strojeva,što će u narednom razdoblju uz proizvodnost rada biti jedna od osnovnih odrednica poboljšanja.

Proizvodnost rada pokazuje porast ali nije zadovoljavajuća i zaostaje od objektivnih mogućnosti. Osim istraživanja i razvijanja novih rješenja, potrebno je postojeci saznanja primjeniti na što veći dio sječivog etata cijelog Š.G-a. Naročito je visoki udio pomoćnih radova, koji iznose 19,1% od ukupnog norma vremena u 1983.godini, a oni se ostvaruju pretežno na m drvu(slaganje,sortiranje i sl.).

Vrlo je teško donijeti prosudbu o efektima proizvodnosti rada u uvjetima visoke inflacije. Međutim, ekonomski položaj gospodarstva bi sigurno bio lošiji u uvjetima stagnacije proizvodnosti.

Naprijed je rečeno o postizanju boljih učinaka i korištenja strojeva

5. Z A K L J U Č A K

- Iz prethodnih razmatranja utvrđena je zavisnost unapređenja proizvodnje od stalnih istraživanja i primjene novih metoda, tehnologije i organizacije rada.
- Rezultati istraživanja imaju punu vrijednost samo primjenom na cijelokupni radni proces, od sječe i izrade do otpreme potrošačima, što je moguće u uvjetima ravnomjernog razvijanja svih dijelova ŠG-a.
- Organizaciju rada na sjeći i izradi /1+o/ moguće je provesti na cca 60% sječivođ etata, proizvodnju sitnog industrijskog drva u dugom necijepanom obliku (vm) u svoj količini namijenjenoj industrijskoj preradi, a grupni rad na cijelokupnom sjećivom etatu. Uz potrebno otvaranje i nabavu opreme moguće je mehanizirati skoro sve radove u iskorišćivanju šuma. Rezultati istraživanja to potvrđuju.
- Proizvodnost rada ima izraziti porast, ali je potrebno učiniti velike napore, da se uhvati priključak sa razvijenim zemljama.
- Proizvodnja sitnog industrijskog drva (sid) usmjerena je za poznatog kupca, industrijskog preradivača, dok je prijašnja proizvodnja prostornog drva bila namijenjena za široko i nesigurno, pretežno ogrijevno tržište.
- Upravo je izgradnja kapaciteta za preradu sid povoljno djelovala i omogućila primjenu dobivenih rezultata istraživanja.
- Neophodno je neprekidno razvijanje suradnje s preradivačima sitnog industrijskog drva, što će utjecati na brže razvijanje i usvajanje novih rješenja i dostignuća. Na taj način će se osigurati uredno snabdjevanje industrije kvalitetnom drvnom masom, a Šumsko gospodarstvo će biti u stanju izvršavati cijelokupni sjećivi etat, naročito prorede i čišćenja u svim terenskim i sastojinskim prilikama.

6. L I T E R A T U R A

1. Bojanin S. Sever S.: Komparativna istraživanja obaranja stabala, izrade i transporta jedno i višemetarskog prostornog drva bukve i hrasta, Pakrac-Zagreb 1978.
2. Poslovno udruženje šumsko-privr.organicac.Zagreb: Ekonomično korištenje sitnog drveta i sporednih šumskih proizvoda, Zagreb 1975.
3. Poslovno udruženje šumsko-privr.organicac.Zagreb: Analiza ostvarene šumske proizvodnje i šumskih radova na području SR Hrvatske u 1975.g.
4. Poslovni izvještaj za godine 1969-1983. ŠG "Mojica Birta" Bjelovar
5. Samset I.: Razvitak metoda rada i tehnike u šumarstvu Priredio Tomanić S., Zagreb 1977.

6. Sveučilište u Zagrebu-Šumarski fakultet-Zavod za istraživanja u šumarstvu i Zavod za istraživanja u Drvnoj industriji:
 Šumarstvo i prerada drva u SRH do 2000 g - preliminarna studija I.dio
7. Tomanić S.:
 Racionalizacija rada pri sjeći izradi i privlačenju drva, Zagreb 1974.
8. Tomičić B.:
 Traženje povoljnijih načina manipulacije prostornim drvom, S.L.br.7/75, Zagreb
9. Tomičić B.:
 Utjecaj tehnologije i organizacije na proizvodnost i mehaniziranost radova u iskorišćivanju šuma, Opatija, 1983.
10. Tomičić B.:
 Komparativno istraživanje izvlačenja prostornog drva u prigorsko-brdskim uvjetima, Bjelovar 1981.

Autorov naslov: mr. Božidar Tomičić
referent za iskorišćivanje šuma
ŠG "Mojica Birta" Bjelovar
43000 Bjelovar

KARAKTERIZACIJA I PRIMJENA UREA-FORMALDEHIDNIH KONDENZATA SA NISKIM SADRŽAJEM SLOBODNOG FORMALDEHIDA

I. Švađumović

INA-Nafta, Razvojno-investicijski sektor, Lendava

1. UVOD

U proizvodnji ivernih ploča kao vezivo koriste se uglavnom amino-formaldehidne smole. Vodeća uloga u grupi amino-formaldehidnih smola pripada urea-formaldehidnim smolama.

Ove smole imaju mehanička, kemijska i druga svojstva koja, u usporedbi sa njihovom cijenom, nema ni jedna druga vrsta veziva.

Međutim, pored ovih prednosti, urea-formaldehidne smole posjeduju i neke nedostatke od kojih se naglasak daje činjenici da, kako za vrijeme prešanja tako i pri odležavanju ivernih ploča, čak i kad je stupanj umrežavanja potpun, dolazi do većeg ili manjeg izdvajanja formaldehida u okolinu. Zato se, sa stanovišta zaštite okoline i humaniziranja radnog prostora, mjerama za ograničavanje emisije formaldehida pridaje poseban značaj.

Razvoj urea-formaldehidnih smola sa niskim molarnim udjelom formaldehida potaknut je zahtjevima proizvođača ivernih ploča za što je moguće nižom emisijom formaldehida pri samom procesu proizvodnje kao i tokom odležavanja ploča.

Smole sa niskim udjelom formaldehida u osnovi su manje stabilne, manje reaktivne i manje topive u vodi. Zbog smanjenog potencijala umrežavanja moguće je, također, da pri neadekvatnoj primjeni dođe do slabljenja mehaničkih svojstava ploča.

Zbog toga je, kako u proizvodnji tako i u primjeni, potrebna čim potpunija spoznaja o prirodi urea-formaldehidnih kondenzata.

Zahvat u strukturu urea-formaldehidnih kondenzata dugo nije bio moguć zbog nedostatka adekvatnih analitičkih metoda.

Veliki napredak u definiranju njihove strukture učinjen je posljednjih godina primjenom ^{13}C nuklearne magnetske rezonance (^{13}C NMR), nedestruktivne metode, kojom je moguće razlikovati ugljikove atome čak i onda kada se njihova kemijska (i magnetska) okolina vrlo malo razlikuje .

2. EKSPERIMENTALNA TEHNIKA

2.1. ^{13}C NMR spektri

^{13}C spektri snimani su na spektrometru JEOL FT 100. Uzorci su bili pripremljeni kao zasićene otopine u D_2O . Širina pulsa bila je $12\mu\text{s}$, a razmak između dva pulsa iznosio je 7 s. Spektri su snimani bez sprege spinova $^{13}\text{C}-^1\text{H}$ i bez nuklearnog Overhauser efekta. Broj pulseva iznosio je 3000-5000.

2.2. Kinetička mjerena

Modelni spoj za studij hidrolize , monometilolurea-
 $\text{NH}_2\text{CONHCH}_2\text{OH}$, sintetizirana je prema Ludlamu¹ .

Kinetika razgradnje praćena je u seriji pufer otopina $\text{HPO}_4^{2-} / \text{H}_2\text{PO}_4^-$, različitih koncentracija , ali istog omjera komponenata $r = \text{HPO}_4^{2-} / \text{H}_2\text{PO}_4^- = 0,7$. pH vrijednost serije pufer otopina u ovim uvjetima ostaje konstantna i iznosi 7,0 . Ionska jakost otopina držana je konstantnom , dodavanjem potrebne količine KNO_3 .

Postupak praćenja razgradnje monometiloluree bio je slijedeći : U 200 ml pufer otopine koja je termostatirana na $35 \pm 0,1^\circ\text{C}$, dodana je određena količina monometiloluree. Taj momenat uzet je kao nulto vrijeme. Hidroliza je praćena određivanjem slobodnog formaldehida jodometrijsko-sulfitnom metodom , uzimanjem 25 ml uzorka u određenim intervalima.

2.3. Izrada laboratorijskih ivernih ploča

Laboratorijske troslojne ploče (60% VS , 40% SS) nazivne debljine 16 mm izrađene su nanošenjem 7% smole (atro-atro) u srednjem sloju i 12% smole u vanjskom sloju .

Katalizator NH_4Cl dodan je u količini od 1,8% u SS i 0,25% u VS (uzeto na suhu smolu) . Vrijeme prešanja iznosilo je 5 min , a temperatura prešanja 180°C . Vlaga oljepljenog iverja varirana je u intervalu od 10-16% .

Emisija formaldehyda iz ploča mjerena je perforator metodom po trojednom klimatiziranju na relativnoj vlazi $65 \pm 3\%$ i 20°C .

3. KARAKTERIZACIJA UF KONDENZATA ^{13}C NMR SPEKTROSKOPIJOM

Nuklearna magnetska rezonanca predstavlja metodu koja registriра prelaze među energetskim nivoima magnetskih jezgara u vanjskom magnetnom polju. NMR spektroskopija povezana je s apsorpcijom elektromagnetskog zračenja u radiofrekventnom području , uzorka koji se nalazi smješten u vanjskom magnetnom polju. Vektor magnetskog momenta jezgre precesira u vanjskom magnetnom polju određenom frekvencijom , pa do apsorpcije energije dolazi samo ako dovođenjem energije elektromagnetskog zračenja jezgri "pogodimo" ovu frekvenciju (uvjet rezonancije) , tj. ako je

$$\nu_{rf} = \nu_0 = (\gamma / 2\pi) B \quad \text{gdje je } \nu_0 \text{ frekvencija pre-}$$

cesije, γ - žiromagnetski odnos promatrane jezgre, a B gustoća magnetskog polja .

Apsorpcija energije elektromagnetskog zračenja govori o prisutnosti jezgre smagnetnim momentom. Bogati izvor podataka o strukturi tvari jest u činjenici da je B u uvjetu rezonancije

$$B = B_{\text{vanjsko}} + B_{\text{lokalno}} .$$

Lokalna magnetska polja potiču od drugih jezgara s magnetskim momentima , te ovise o vrsti jezgara i njihovom prostornom razmještaju . To je ujedno i izvor podataka o strukturi: mijenjanjem bilo frekvencije upadnog elektromagnetskog zračenja bilo jakosti vanjskog magnetskog polja , doći će do apsorpcije zračenja svaki put kad je uvjet rezonancije zadovoljen.

Krivulja ovisnosti apsorpcije energije radiofrekventnog područja od vanjskog magnetnog polja daje NMR spektar.

Razlika u položaju apsorpcije pojedine jezgre u odnosu na položaj apsorpcije jezgre standarda naziva se kemijski pomak. Interpretacija NMR spektra počinje određivanjem kemijskih pomaka.

Širok raspon skale ^{13}C kemijskih pomaka omogućava detekciju suptilnih strukturnih varijacija što je važno kod makromolekula s brojnim različitim fragmentima.

Eliminacijom sprege spinova $^{13}\text{C}-^1\text{H}$, primjenom posebne tehnike dvostrukе rezonancije (broad band decoupling tj. rasporezanje širokim pojasom), dobivaju se spektri u kojima svakom kemijski (odnosno magnetski) neekvivalentnom atomu ugljika odgovara po jedan signal.

3.1. Asignacija i interpretacija ^{13}C NMR spektara UF smola

Na sl.1. dani su ^{13}C NMR spektri urea-formaldehidnih smola sa molarnim odnosom U:F 1:2,0 ; 1:1,6 ; 1:1,4 ; 1:1,2 .

Kemijski pomaci C atoma najvažnijih funkcionalnih grupa navedeni su u tabeli 1.

Tabela 1. Kemijski pomaci najvažnijih fragmenata u vodenim otopinama UF smola²

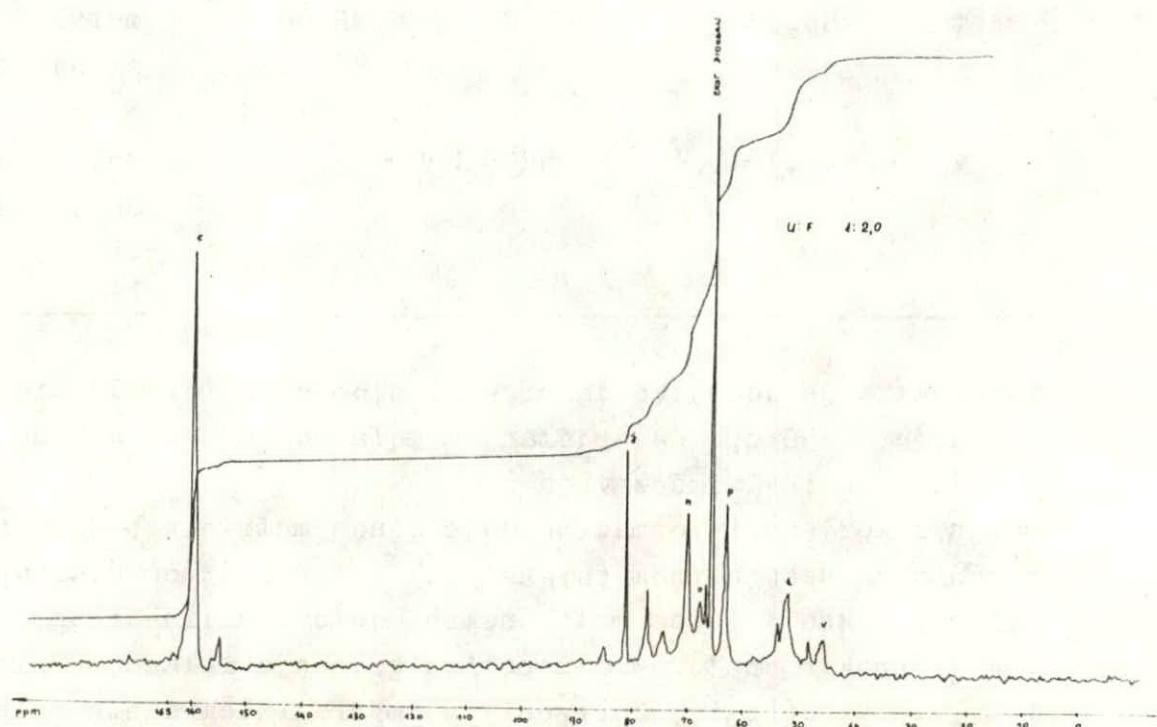
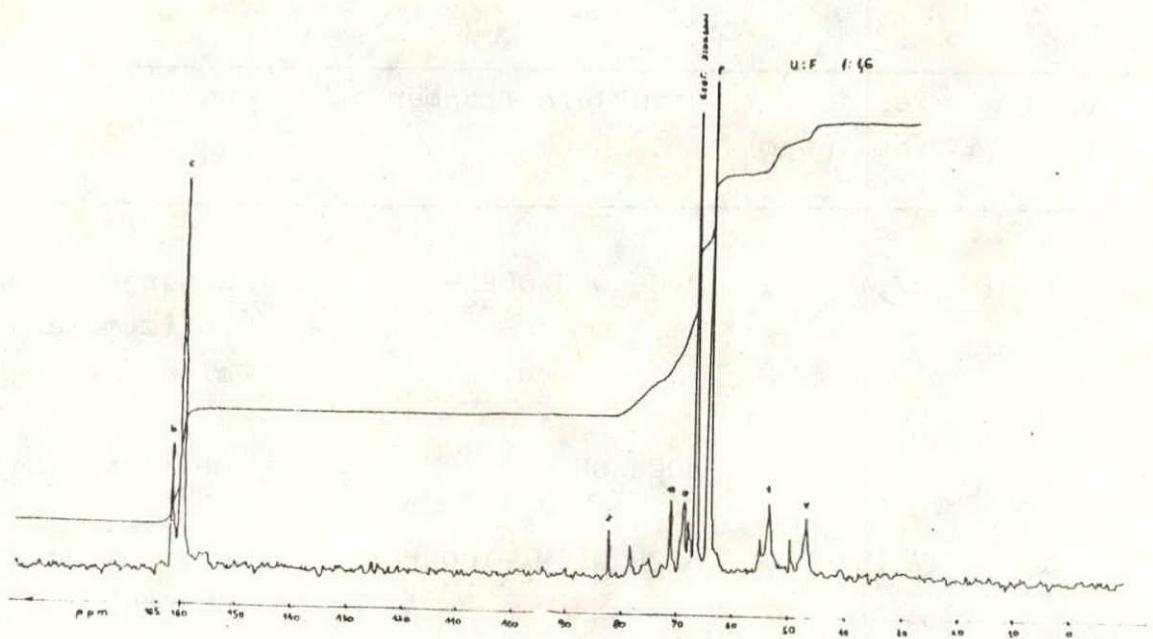
oznaka signala	kemijski pomak (ppm)	struktura fragmenta	naziv
a	163,50	H_2NCONH_2	urea
b	161,88	$=\text{NCH}_2\text{NHCONH}_2$	monosupst. urea
c	160,30	$-\text{OH}_2\text{CNHCNHCH}_2-$	disupst. urea
h	90-91	$-\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{OCH}_2-$	polioksime tilen gli- kol

Tabela 1. Nastavak

oznaka signala	kemijski pomak(ppm)	struktura fragmenta	naziv
i	87,40	$\text{HOCH}_2\text{OCH}_2\text{OCH}_2-$	krajnje grupe polimetilenok- sida
j	82,96	HOCH_2OH	metilenglikol
n	71,57-71,9	$\text{HOCH}_2\text{N}(\text{CH}_2-)\text{CONH}-$	metilol na sek. dušiku
o	69,4-70,3	$-\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{NHCONH}-$	metileneter na sek. dušiku
p	64,9-65,2	$\text{HOCH}_2\text{NHCONH}-$	metilol na sek. dušiku
t	53,78	$-\text{CON}(\text{CH}_2-)\text{CH}_2\text{NHCO}-$	metilenski mo- st na terc.duš.
v	47,1-47,4	$-\text{CONHCH}_2\text{NHCO}-$	met. most na sek. dušiku

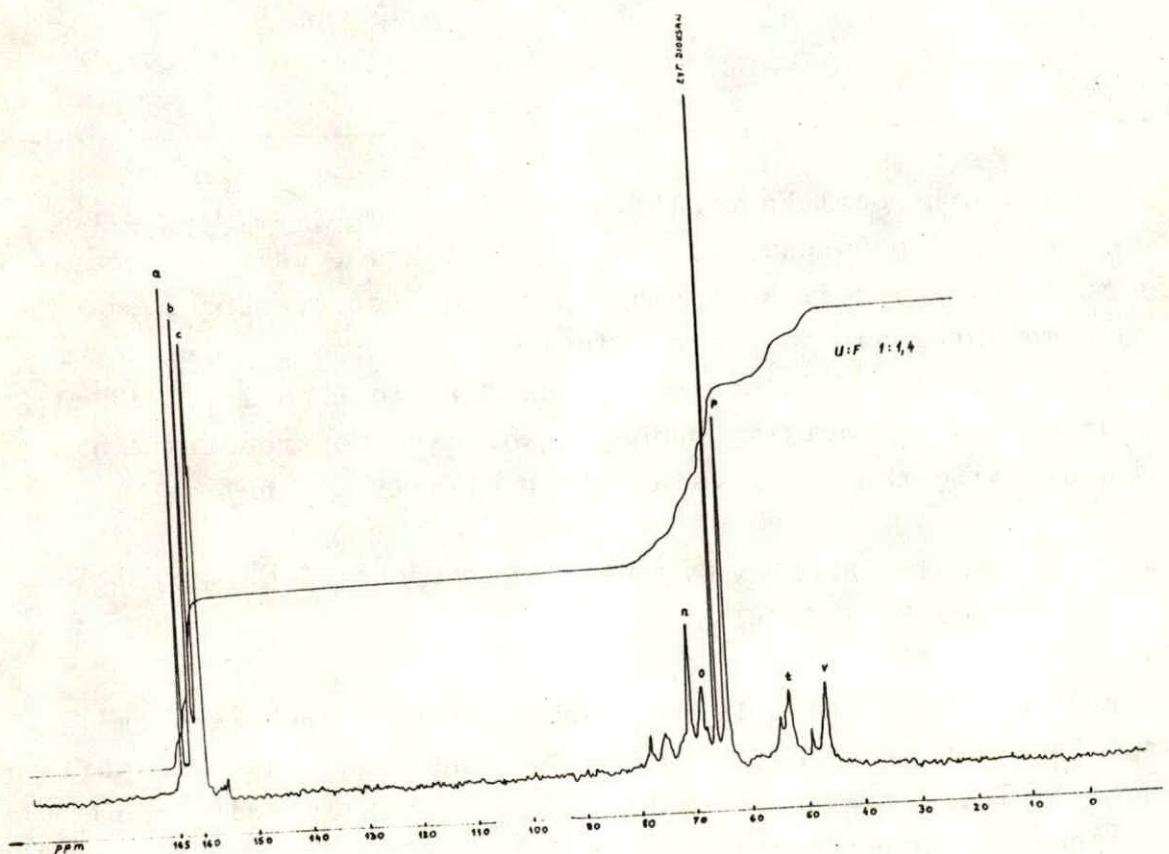
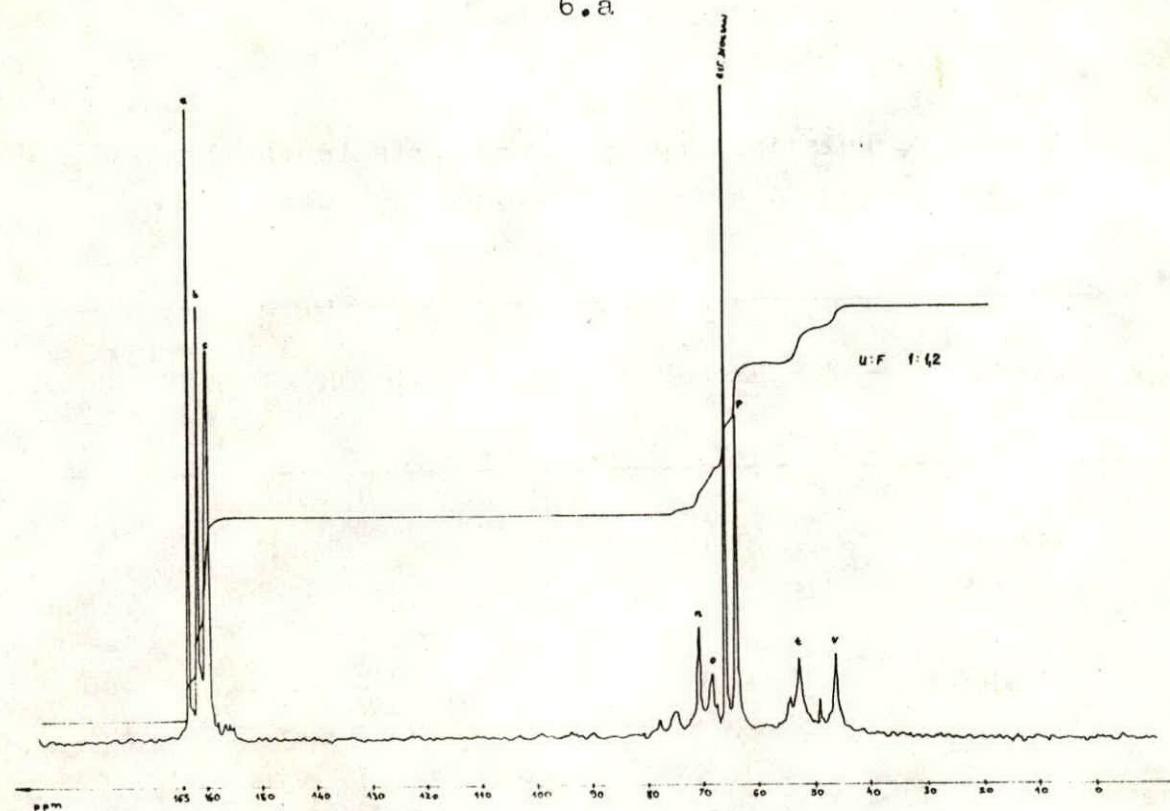
Iz spektra je uočljivo da signali slobodnog formaldehida u području 80-90 ppm sa spuštanjem molarног odnosa U:F do 1:1,4 i niže praktički isčežavaju .

Daljnju korisnu informaciju daje odnos metilolnih skupina vezanih na sekundarnom (signal p) i tercijarnom dušiku(signal n) , kao i odnos metilenskih mostova u linearном lancu i metilenskih mostova na mjestima grananja u lancu (signali v i t) . Ovi odnosi , dobiveni iz omjera integralnih intenziteta navedenih signala , dani su u tabeli 2.



Sl. 1. ^{13}C NMR spektri UF smola sa različitim molarnim odnosima U:F

6.a



Sl. 1. - nastavak

Tabela 2. Relativni odnosi karakterističnih signala za smole različitih molarnih odnosa U:F

molarni odnos	$-\text{HNCH}_2\text{NH}-/\text{=NCH}_2\text{NH-}$	$-\text{NHCH}_2\text{OH}/=\text{N CH}_2\text{OH}$	$U_{\text{sl}}/U_{\text{tot}}$
1:2,0	0,49	1,11	-
1:1,6	0,81	-	-
1:1,4	1,06	2,44	0,27
1:1,2	1,10	2,85	0,37

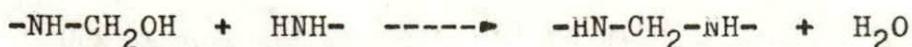
Iz navedenih podataka uočljivo je da sa smanjenjem molarnog omjera naglo pada stupanj grananja u lancu, uslijed čega se i potencijal umrežavanja smole smanjuje. Istovremeno, smanjenjem molarnog odnosa raste udio imino i amino skupina u smoli. Kod smola sa molarnim udjelom formaldehida 1:1,4 i 1:1,2 u spektrima je uočljiva značajna količina neizreagirane ure i monosupstituiranih derivata uree (signali a i b).

4. STABILNOST I REAKTIVNOST UF FONDENZATA SA NISKIM SADRŽAJEM SLOBODNOG FORMALDEHIDA

Porast udjela amino i imino skupina uočen u spektrima smola sa niskim molarnim odnosima U:F ima znatan uticaj na stabilnost smola. Porast viskoznosti i pad topnosti vodi, tokom procesa starenja, povezan je sa dalnjom kondenzacijom slobodnih metilolnih skupina uz stvaranje metilenskih premoštenja.

Katalizator za ove reakcije je kiselina koja se generira različitim mehanizmima, a uzrokuje polagano padanje pH vrijednosti smole.

Studirajući kinetiku kondenzacija metilolurea preko metilen-skih mostova de Jong³ zaključuje da su sve ove reakcije istog tipa - kiselo katalizirane bimolekularne reakcije između hidroksimetilol (metilolne) skupine i amidne skupine:



U tabeli 3 navedeno je pet mogućih reakcija između uree (U), monometiloluree (UF) i dimetiloluree (UF₂)

Tabela 3. Konstante drugog reda za različite reakcije kod 35°C i pH 4,0³

Reakcija	$k \text{ (l mol}^{-1} \text{s}^{-1}\text{)}$
1. U + UF \rightarrow UMU	$3,3 \times 10^{-4}$
2. U + UF ₂ \rightarrow UMUF	$2,0 \times 10^{-4}$
3. UF + UF \rightarrow UMUF	$0,85 \times 10^{-4}$
4. UF + UF ₂ \rightarrow FUMUF	$0,5 \times 10^{-4}$
5. UF ₂ + UF ₂ \rightarrow FUMUF ₂	$<0,03 \times 10^{-4}$

Iz vrijednosti konstanata brzina reakcije očigledno je da do reakcije kondenzacije najlakše dolazi između primarne metilolne skupine i slobodne amino skupine uree. Sa povećanjem stupnja supstitucije vodika amino skupine hidroksimetil skupinom, opada brzina nastajanja metilenskih mostova. To ujedno objašnjava zašto pada stabilnost smole snižavanjem molarног odnosa.

Snižavanjem molarног odnosa dolazi do produžavanja vremena želiranja smole ako se kao katalizator koriste amoniјeve solи. Katalizator se ovdje formira reakцијом ammonium iona sa slobodним formaldehidom pa njegova količina ,a time i brzina umrežavanja ovisi o količini slobodnog formaldehida. Tabela 4 pokazuje ovisnost pH vrijednosti smola o molarном odnosu U:F nakon dodatka 1% NH₄Cl

Tabela 4. Ovisnost pH smole o molarном odnosу U:F
(1% NH₄Cl , 20°C)

molarni odnos	1:2	1:1,7	1:1,5	1:1,2
pH	3,34	5,33	5,95	6,48

Razlike u brzini želiranja postaju neznatne ukoliko se kao katalizator koristi supstanca koja kiselinu oslobađa nekim drugim mehanizmom , neovisno o količini slobodnog formaldehida⁴. Katalizator sa ovakvim svojstvima je amoniuperoksi-disulfat koji reagira sa slobodnim formaldehidom uz oslobođanje persumporne kiseline H₂S₂O₈ .Raspadom ove kiseline oslobađaju se dodatno dva ekvivalenta sumporne kiseline:



Želiranje flote za ljepljenje vrlo je važan parametar koji mora biti pažljivo usklađen sa vremenom i temperaturom prešanja . Ako nije postignut optimalan odnos ovih parametara dolazi do slabljenja mehaničkih svojstava ploča , u prvom redu bubrenja i čvrstoće na raslojavanje. Presporo želiranje može uzrokovati slabljenje spomenutih svojstava na dva načina :

a) Sa porastom temperature u filmu ljepila dolazi do pada njegove viskoznosti što omogućava lakše penetriranje ljepila u pore iverja . Ukoliko brzina umrežavanja , kao protuteža ovom procesu ide presporo , može se dogoditi da na kontaktnim površinama ostane premalo ljepila što uzrokuje manju čvrstoću vezanja .

b) Nedovoljan stupanj umreženja uzrokovani sporim želiranjem, prekratkim vremenom stiskanja ili preniskom temperaturom, također dovodi do slabljenja čvrstoće spoja.

Kod smola sa niskim molarnim odnosom naročito je važno da proces umrežavanja bude čim potpuniji jer je broj premoštenja, zbog manjeg stupnja grananja u lancu, kod ovih smola relativno nizak.

5. EMISIJA FORMALDEHIDA IZ IVERNIIH PLOČA

Problemom izdvajanja formaldehida bavili su se brojni autori. Dosadašnja iskustva ukazuju na osam faktora koji utiču na njegovo izdvajanje⁵:

1. Molarni odnos urea:formaldehid u smoli
2. Sadržaj slobodnog formaldehida u smoli
3. Vlažnost oljepljenog iverja
4. Količina katalizatora
5. Vrsta odnosno sastav smjese katalizatora
6. Količina nanosa smole
7. Temperatura prešanja
8. Vrijeme prešanja

5.1. Uticaj hidrolize na otcjepljivanje formaldehida

Osnovni mehanizam kojim se kemijski vezani formaldehid izdvaja iz smole, kako u procesu prerađe tako ipri odležavanju ploča je hidroliza. Posljednji stupanj u tom procesu je otcjepljivanje metilolno vezanog formaldehida:



Hidroliza metilolno vezanog formaldehida podliježe općoj kise-lo-baznoj katalizi^{6,7}. To znači da je ova reakcija, osim hidroksil i hidroksonium ionima, katalizirana i svim ostalim kiselinama i bazama u sistemu, uključujući i vodu. U tom slučaju konstanta brzine reakcije dana je izrazom

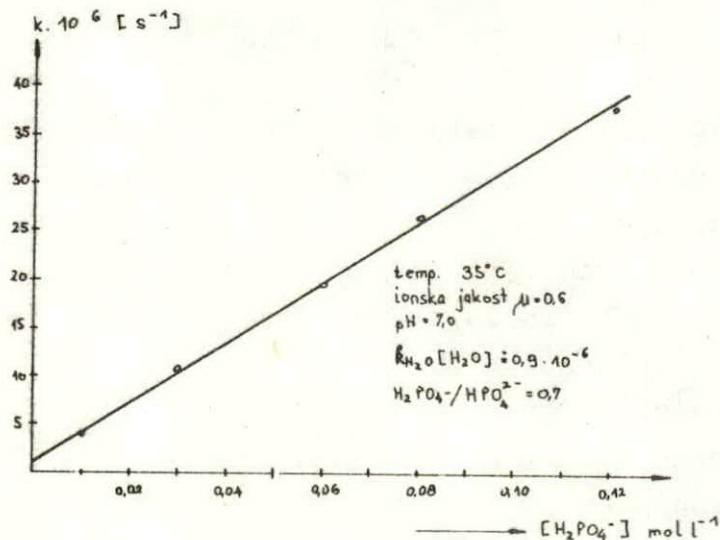
$$k = k_{\text{H}_2\text{O}}[\text{H}_2\text{O}] + k_{\text{H}^+}[\text{H}^+] + k_{\text{OH}^-}[\text{OH}^-] + k_{\text{HA}}[\text{HA}] + k_{\text{B}}[\text{B}] \quad (1)$$

Za pufer sistem $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ izraz za konstantu brzine ima

oblik

$$k = k_{H_2O} [H_2O] + k_H^+ [H^+] + k_{OH^-} [OH^-] + k_{H_2PO_4^-} [H_2PO_4^-] + k_{HPO_4^{2-}} [HPO_4^{2-}] \quad (2)$$

Na Sl. 2 dana je ovisnost konstante brzine hidrolize mono-metiloluree (MMU) u sistemu $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ o koncentraciji pufera



Sl.2. Ovisnost konstante brzine hidrolize MMU o konc. pufera

Kako je, u uvjetima u kojima je eksperiment izveden, vrijednost drugog i trećeg člana u jednadžbi (2) zanemariva, ekstrapolacijom koncentracije pufera $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ na nulu dobije se na ordinati odsječak koji odgovara katalitičkom uticaju vode ($k_{H_2O}[H_2O] \approx 0,9 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$).

Očito je da voda ima znatan, a ponekad i odlučujući uticaj na količinu otcjepljenog formaldehyda.

Tabela 5 ilustrira uticaj vlage oljepljenog iverja na perforator vrijednost laboratorijske iverne ploče.

Tabela 5 . Ovisnost perforator vrijednosti o vlazi oljepljenog iverja . Molarni odnos U:F 1:1,2
Uvjeti izrade dani su u t. 2.3.

vлага iverja %	10,22	12,13	13,92	15,89
perf. vrj.(mg/loog)	11,2	13,5	17,4	22,5

6 . ZAKLJUČAK

Priroda urea-formaldehidnih kondenzata sa niskim udjelom formaldehida zahtjeva poseban tretman, kako kod transporta i skladištenja , tako i u procesu izrade ploča. Djelomično slabljenje mehaničkih svojstava ploča sa smanjenjem udjela formaldehida u smoli u znatnoj mjeri može biti potisnuto pažljivim usklađivanjem parametara kao što su želiranje , temperatura i vrijeme prešanja , vлага iverja itd . Uloženi trud višestruko je kompenziran znatnim smanjenjem emisije formaldehida u procesu prerade i iz gotovih ploča.

LITERATURA

1. P.R. Ludlam . , Analyst , 98 , 107 (1973)
2. Slonim I., Urman G., NMR Spektroskopia geterocepnih polimerov, "Himia" , Moskva 1982 .
3. De Jong ., de Jonge., Rec. Trav. Chim., 72, 139 (1953).
4. R. Marutzky., L. Ranta., Holz Roh-Werkstoff 37, 389(1979)
5. Petersen H., et al ., Holz Roh-Werkstoff, 30, 429 (1972)
6. Ugelstad J., J. de Jonge., Rec. Trav. Chim. 76, 919 (1957)
7. Eugster P., Zollinger H., Helv. Chim. Acta, 52, 1985(1969)

Vuković Rajko, inž.

Borovnjak Svetlana, dipl.inž.

Dr. Kovačević Milan, dipl.inž.

U V O D

Daljni uspješan razvoj drvne industrije,drvnih ploča i posebno ploča iverica vezan je za traženje riješenja, koja će poboljšati i riješiti pitanje higijene i zaštite čovjekove okoline.

Kao bitan problem u tom smislu kod ploča iverica postavlja se oslobođanje slobodnog formaldehida.

Iako o toksicidu formaldehida, dozvoljenim koncentracijama u prostorijama i metodama mjerjenja ne postoji jedinstvena mišljenja, sve zemlje proizvodjači iverica već su pristupili izradi administrativnih mjera (propisa, standarda) koji trebaju ove odnose regulirati.

U tom smislu Hemiska industrija "1 MAJ" - ČAČAK započela je proizvodnju karbamidnih ljepila sa nižim sadržajem slobodnog formaldehida. Jedno od izvršenih ispitivanja obuhvatilo je i utjecaj molarnog odnosa na emisiju slobodnog formaldehida iz ploča iverica, čiji se rezultati daju u ovom radu.

1. ZADATAK I PLAN ISTRAŽIVANJA

Obuhvatio je ispitivanje karbamidnog ljepila proizvodnje "1 MAJ" - ČAČAK sa tri različita molarna odnosa, primjenjena u proizvodnji ploča iverica.

Planom istraživanja obuhvaćeno je ispitivanje utjecaja tri molarna odnosa urea-formaldehidnih ljepila na fizička i mehanička svojstva te emisiju slobodnog formaldehida iz iverica radjenih pod istim tehničkim uslovima, kao i utjecaj temperature prešanja.

2. KRATAK PRIKAZ DOSADAŠNJIH RADOVA I ISTRAŽIVANJA BITNIH U ANALIZI EMISIJE SLOBODNOG FORMALDEHIDA

U dosadašnjoj proizvodnji ploča iverica, urea-formaldehidna ljepila su bila prilagodjavana njenim potrebama a posebno reaktivnosti smola radi postizanja boljih svojstava ploča. Medjutim to je istovremeno dovodilo i do povećanog oslobođanja formaldehida iz ploča. Pri tome značajan utjecaj ima i mol-odnos formaldehida prema urei.

Sadržaj formaldehida u industrijskim urea-formaldehidnim ljepilima, koja se koriste kao vezivno sredstvo u proizvodnji iverica, u posljednjih nekoliko godina, osjetno je smanjen. Dok je u početku industrijske proizvodnje ploča iverica korišten mol omjer urea: formaldehid 1 : 1,8 i iznad toga, danas se koristi mol omjer 1 : 1,2 i ispod toga.

Kao što je i u mnogobrojnim ispitivanjima potvrđeno, mol omjer urea : formaldehid ima veliki utjecaj na emisiju formaldehida za vrijeme prešanja kao i kod gotovih ploča.

Utjecaj mol - omjera na emisiju formaldehida iz karbamidnog ljepila s otvrdjivačem, prema istraživanjima Marutzki, Roffael i Rant (1979.) je u određenim područjima gotovo linearan (mjereno prema WKI - metodi).

Prema Mayeru (1978.) postoji povezanost izmedju mol omjera i naknadne emisije formaldehida iz ivernih ploča. On zapaža da je uz primjenu manje količine formaldehida u urea-formaldehidnim ljepilima moguće smanjiti količinu emisije formaldehida, mjereno po perforator metodi, na vrednost ispod 10 mg/loo g ploče.

Jače reduciranje formaldehida u ljepilu dovodi do poteškoća kod ostalih kriterija i zahtjeva na ljepljenju. Pored smanjenja reaktivnosti tih smola, zapaža se jače bubrenje, smanjenje čvrstoća savijanja i raslojavanja ploča iverica.

Ovo nas navodi na činjenicu da se karbamidno ljepilo za potrebe ploča iverica ne može proizvesti bez formaldehida, a da smanjivanje sadržaja formaldehida u ljepilu ima granicu, koju uslovjavaju propisana svojstva ploča iverica za potrebe dalje prerade.

Medju ostale poznate faktore, koji uvjetuju potencijal emisije formaldehida iz ploča iverica ljepljenih sa urea-formaldehidnim ljepilima, spadaju: vrsta drva, vrsta ljepila, vлага obljepljenog iverja prije prešanja, tip otvrdjivača i količina otvrdjivača, vrsta i količina dodatnih materijala, uvjeti prešanja (vrijeme, pritisak i temperatura) te kondicijoniranje ploče u skladištu.

Isto tako moguće je poslije proizvodnje izvršiti obradu ploča putem apsorbera za formaldehid, kao i na druge načine.

3. METODOLOGIJA RADA

3.1 OSNOVNI MATERIJALI

3.1.1 DRVNA SIROVINA

Za izradu ploča koristilo se je industriski iverje i to:

- za vanjski sloj 80 % bukva : 20 % smreka
- za srednji sloj 80 % bukva : 20 % topola

Korišteno iverje nakon frakcioniranja imalo je slijedeću strukturu:

SITO (mm)	Vanjski sloj %	Srednji sloj %
5,0	-	10,39
2,5	0,35	25,75
1,6	1,61	22,14
1,0	9,08	15,70
0,5	38,11	15,31
0,315	27,48	5,13
0,10	18,80	4,22
dno	4,57	1,32
U k u p n o :	100,00 %	100,00 %

3.1.2 LJEPILO

U izradi ploča korištene su tri vrste ljepila sa različitim molarnim odnosom proizvodnje "1 MAJ" - ČAČAK slijedećih osnovnih svojstava:

S v o j s t v a	OZNAKE LJEPILA		
	UF - lo	UF - 2o	UF - 3o
- Boja		svjetlo bela	
- Suva supstanca %	66 ± 1	66 ± 1	66 ± 1
- Viskozitet po Fordu ø 4,0 mm	90	90	90
- Sadržaj slobodnog formaldehyda %	0,06	0,2	0,2
- pH vrijednost	8,0 - 8,5	8,0 - 8,5	8,0 - 8,5
- rastvorljivost u vodi	1 : 2	1 : 3	1 : 3
- vreme želiranja sek	70	55	45
- rok upotrebe dana	50	45	45

Doziranje ljepila:

- vanjski sloj 12 % S.S. na aps. suho drvo
- srednji sloj 8 % S.S. na aps. suho drvo

3.1.3 PARAFINSKA EMULZIJA

Parafinska 30 % emulzija industrijske proizvodnje uz doziranje 0,5 % krutog parafina na aps. suho iverje.

Vлага iverja nakon nanosa ljepila kretala se je

- iverje vanjskog sloja 15 - 16 %
- iverje srednjeg sloja 9,5 - 10,5 %

3.2 TEHNIKA IZRADA LABORATORIJSKIH PLOČA

3.2.1 Format laboratorijskih ploča

Debljina: 16,0 mm
Format: 370 x 420 mm
Tip: troslojne iverice
Odnos VS : SS %: 36 : 64 iverja

3.2.2 Prikaz oznaka i osnovnih tehnoloških parametara izrade ploča

U donjoj tabeli dat je prikaz oznaka ploča i osnovnih tehnoloških parametara za svaki tip ploče. Na osnovu nje moguće je u daljoj analizi pratiti diskusiju dobivenih rezultata.

OZNAKA		OZNAKA		TEHNOLOŠKI PARAMETRI		
PLOČE	MOLARNOG	T °C	Vreme	Spec.	Broj izradj-	
ODNOSA		Prešanja	Prešanja	pritisak	enih ploča	
UF - 1o	E _{1o}	17o	294 sek.	28	5	
UF - 1o _a	E _{1o}	19o	294 sek.	28	5	
UF - 2o	E _{2o}	17o	294 sek.	28	5	
UF - 3o	E _{3o}	17o	294 sek.	28	5	

3.3 METODOLOGIJA ISPITIVANJA SVOJSTAVA IZRADJENIH LABORATORISKIH PLOČA IVERICA

3.3.1 Ispitivanje fizičkih i mehaničkih svojstava ploča

Ispitivanje fizičkih i mehaničkih svojstava izvršeno je prema JUS-u: D.Al.loo; D.Al.lo1; D.Al.lo2; D.Al.lo3; D.Al.lo4; D.Al.lo6; D.Al.lo7.

3.3.2 Metode odredjivanja emisije formaldehida iz ploča iverica

Razvoj metoda za odredjivanje emisije formaldehida iz iverica i njihovo odredjivanje, nema samo naučni značaj već i praktični. Gotovo svako istraživanje, koje se bavi tim pitanjem, razvilo je svoje vlastito mišljenje o tome, kako se treba izvršiti mjerjenje emisije formaldehida iz ploča. To je s jedne strane dovelo do raznolikosti metoda, ali i do toga da u mnogobrojnim publikacijama sabrani rezultati različitih postupaka mjerjenja zauzimaju široko područje. Ispitivanje ploča iverica u smislu emisije formaldehida može se izvršiti na malim probama u laboratoriju (laboratorijska metoda) kao i na velikim formatima iverica uz definirane klimatske uvjete u ispitanim komorama.

U našem istraživanju služili smo se sa dvije najpoznatije i prihvaćene metode:

- a) Perforat metoda
- b) WKI metoda

USPOREDNI PRIKAZ FIZIČKO-MEHANIČKIH SVOJSTAVA I LABORATORIJSKIH PLOČA
RADJENIH SA 3 RAZLIČITA MOLARNA ODNOŠA PROIZVODNJE "1 MAJ" - ČAČAK

Tabela br. 1

OZNAKA MOLARNOG ODNOSA	DEBLJINA PLOČA mm	VOLUMNA TEŽINA u g/cm ³	SAVOJNA ČVRSTOĆA u N/mm ²	ČVRSTOĆA NA RASLOJAVANJE u N/mm ²			DEBLJINSKO BUBRENJE NAKON 2 SATA u %			VLAGA PLOČA NAKON KONDICI- ONIRANJA %		
				x	min	max	min	max	min			
UF - 1o	16,0	0,695	15,74	17,76	19,83	0,38	0,61	0,78	3,25	3,95	5,20	7,74
UF - 2o	16,0	0,690	17,10	18,54	20,65	0,57	0,64	0,85	3,20	4,27	6,10	7,73
UF - 3o	16,0	0,687	16,50	18,94	21,0,10	0,44	0,70	1,01	3,70	4,29	5,13	8,12

PREGLED ISPITIVANJA EMISIJE SLOBODNOG FORMALDEHIDA
IZ LABORATORISKIH PLOČA

Tabela br. 2

TIP PLOČA	UF - 1o		UF - 1oa		UF - 2o		UF - 3o		
	METODA	PERF.	WKI	PERF.	WKI	PERF.	WKI	PERF.	WKI
Laboratorij I odmah nakon izrade		14,30	13,2	15,10	12,4	35,30	31,6	98	90
Laboratorij I nakon 7 dana		12,9	11,7	12,1	10,90	30,10	27,1	90	80
Laboratorij I nakon 7 dana		-	9,30	-	9,00	-	24,0	-	60

USPOREDNI ORIJENTACIONI PRIKAZ UTJECAJA TEMPERATURE
 PREŠANJA NA FIZIČKO-MEHANIČKA SVOJSTVA LABORATORIJSKIH
 PLOČA RADJENIH SA KARBAMIDNIM LJEPILOM MOLARNOG
 ODNOSA OZNAČENOG SA UF - lo

Tabela br. 3

TEMPERATURA PREŠANJA	DEBLJINA PLOČA	VOLUMNA TEŽINA	SAVOJNA ČVRSTOĆA u N/mm ²			ČVRSTOĆA NA RASLOJAVANJE u N/mm ²			DEBLJINSKO BUBRENJE u %			VLAGA PLOČA u %
	mm		min	max		min	max		min	max		
	\bar{x}	\bar{x}		\bar{x}	max		\bar{x}	max		\bar{x}	max	\bar{x}
170 °C	16	0,695	15,74	17,76	19,83	0,38	0,61	0,78	3,25	3,95	5,20	7,74
190 °C	16	0,684	15,90	18,05	19,95	0,40	0,65	0,76	3,10	3,35	4,20	7,42

DIAGRAM EMISIJE SLOBODNOG
FORMALDEHIDA IZ PLOČA IVERICA
PREMA PERFORAT-METODI ZA 3
RAZLIČITA MOLARNA ODNOŠA
LJEPILA PROIZVODNJE
"1 MAJ" - ČAČAK

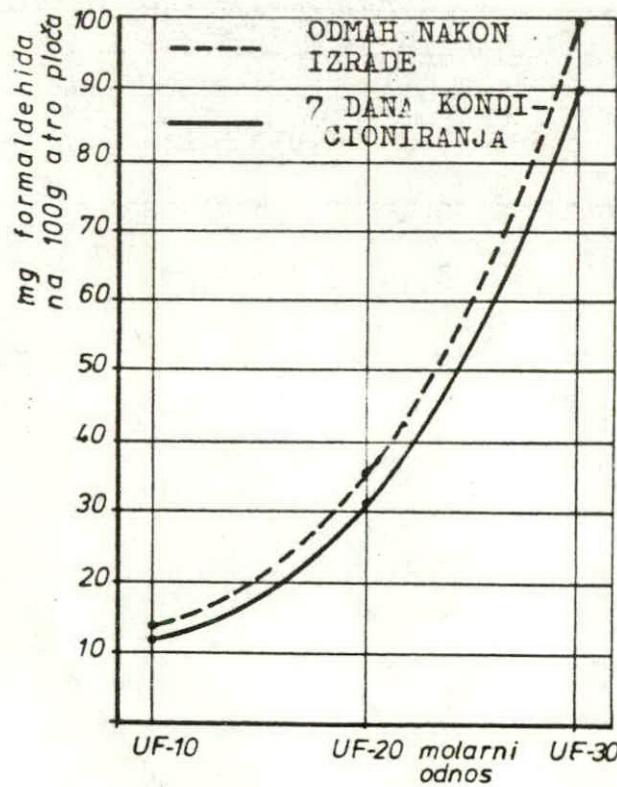
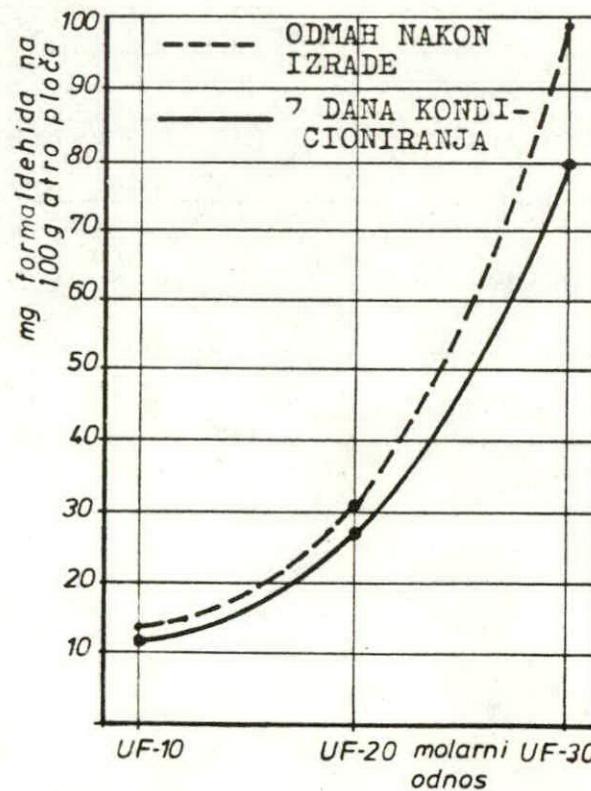
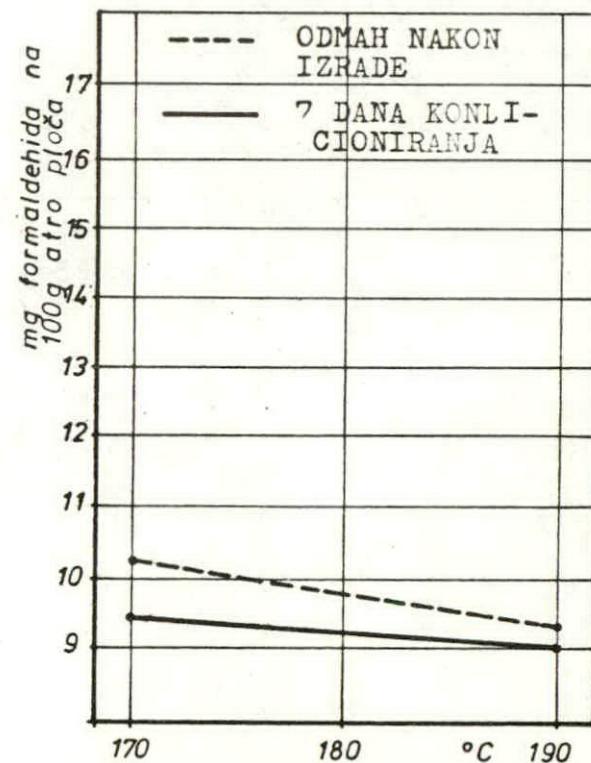


DIAGRAM EMISIJE SLOBODNOG
FORMALDEHIDA IZ PLOČA IVERICA
PREMA WKI-METODI ZA 3 RAZLIČITA
MOLARNA ODNOŠA KARBAMIDNOG
LJEPILA PROIZVODNJE
"1 MAJ" - ČAČAK



UTJECAJ TEMPERATURE
PREŠANJA NA EMISIJU
FORMALDEHIDA IZ LJEPILA
SA MOLARNIM ODNOSOM UF-10

PREMA WKI - METODI



4.0 DISKUSIJA DOBIVENIH REZULTATA

4.1 UTJECAJ MOLARNOG ODNOSA KARBAMID-FORMALDEHIDNIH LJEPILA NA FIZIČKO-MEHANIČKA SVOJSTVA PLOČA I NAKNADNU EMISIJU FORMALDEHIDA

4.1.1 UTJECAJ MOLARNOG ODNOSA KARBAMID-FORMALDEHIDNIH LJEPILA NA FIZIČKO-MEHANIČKA SVOJSTVA

a) VOLUMNA TEŽINA

Volumna težina svih ispitanih ploča spada u srednje teške iverice a dovoljno je ujednačena i nalazi se u granicama - tolerancama $\pm 2\%$. Zbog toga svi su dobiveni rezultati u odnosu na volumnu težinu komparabilni.

b) SAVOJNA ČVRSTOĆA

Ispod zahtjeva po JUS-u ($18,00 \text{ N/mm}^2$) leži jedino molarni odnos E_1 , čiji rezultati odgovaraju zahtjevima za I klasu, odnosno njen rezultat je niži samo za $1,3\%$ što nije dovoljno induktivno.

Za molarne odnose E_2 i E_3 savojna čvrstoća ploča odgovara zahtjevima JUS-a za ekstra klasu. Pored ovoga, može se uočiti da povećanjem molarnog odnosa savojna čvrstoća raste. Obzirom na manji broj ispitanih uzoraka ovaj porast se ne može sigurno definirati, ali orijentaciono on se kreće za molarne odnose E_2 cca $4,0\%$ i E_3 cca $6,6\%$.

c) ČVRSTOĆA NA RASLOJAVANJE

Dobiveni rezultati čvrstoće na raslojavanje za sva tri molarna odnosa ljepila odgovaraju zahtjevima po JUS-u za EKSTRA KLASU.

I ovdje se zapaža trend povećanja čvrstoće raslojavanja uslovljen povećanjem molarnog odnosa ljepila. Orijentaciono obračunat u odnosu na najniži molarni odnos E_1 isti se kreće za molarni odnos E_2 cca $4,9\%$ i za E_3 cca 14% .

Medjutim ovu tendenciju porasta treba uzeti orijentaciono, zbog relativno manjeg broja uzoraka.

d) DEBLJINSKO BUBRENJE

Svojstva debljinskog bubrenja nakon 2 sata močenja u vodi odgovaraju za sva tri molarna odnosa zahtjevima po JUS-u za EKSTRA KLASU.

Iz rezultata se ne uočava bilo kakav bitniji utjecaj molarnog odnosa na debljinsko bubrenje.

e) VLAGA PLOČA

Vlaga svih ispitanih ploča ležala je u zahtjevima po JUS-u t.j. u granicama $9,0 \pm 3\%$.

4.1.2 UTJECAJ MOLARNOG ODNOSA NA EMISIJU SLOBODNOG FORMALDEHIDA

Ispitivanje emisije slobodnog formaldehida iz laboratorijskih izradjenih ploča iverica sa ljepilima različitog molarnog odnosa vršeno je sa 2 metode:

- Perforat metoda
- WKI metoda

Ispitivanje je izvršeno odmah po izradi ploča i nakon 7 dana klimatiziranja. Da bi rezultat bio što objektivniji ispitivanje po metodi WKI nakon 7 dana kondicioniranja izvršeno je paralelno u 2 različita laboratorija.

Dobiveni rezultati prikazani su u tabeli br. 2 i diagramima br. 1 i 2.

Iz istih možemo zaključiti slijedeće:

a) Postoji razlika u rezultatima dobivenim prema perforat metodi i WKI metodi, te laboratoriju br. I i laboratoriju br. II.

Kod usporedbe rezultata u laboratoriju I, vidljivo je da su po WKI metodi dobivene više vrednosti u odnosu na perforat metodu;

Isto tako kod usporedbe rezultata dobivenih po WKI metodi u laboratoriju I i laboratoriju II, vidljivo je da su u laboratoriju II dobivene znatno niže vrijednosti.

Ove razlike nas upozoravaju da su postojeće metode dosta osjetljive u radu i da i najmanje oscilacije u ispitivanju dovode do znatnih razlika u rezultatima.

U našem daljem razmatranju uzeli smo kao mjerodavne rezultate laboratorijski II.

- b) Međutim i pored ovih razlika u rezultatima, možemo uočiti slijedeće bitne momente:
- Da se odležavanjem ploča smanjuje emisija slobodnog formaldehida;
 - Da se povećanjem molarnog odnosa povećava emisija slobodnog formaldehida iz ploča i obrnuto;
 - Molarni odnos UF - lo prema WKI metodi odgovara zahtjevima za klasu E_1 , a prema perforator metodi ima nešto veće vrijednosti;
 - Molarni odnos UF - 2o odgovara po obadvije metode zahtjevima za klasu E_2 .
- c) Obzirom na jasno izraženu tendenciju smanjenje emisije slobodnog formaldehida putem kondicioniranja, vjerovatno bi isti bio daleko povoljniji nakon 2o ili višednevног kondicioniranja.

4.2 UTJECAJ TEMPERATURE PREŠANJA NA FIZIČKO - MEHANIČKA SVOJSTVA PLOČA I EMISIJU SLOBODNOG FORMALDEHIDA KOD ISTOG MOLARNOG ODNOSA

Ovaj dio istraživanja proveden je orijentaciono i to samo sa dvije temperature prešanja 17°C i 19°C .

4.2.1 UTJECAJ TEMPERATURE PREŠANJA NA FIZIČKO - MEHANIČKA SVOJSTVA PLOČA RADJENIH SA ISTIM LJEPILOM

Upotrebljene temperature prešanja spadaju u normalno temperaturno područje koje se koristi kod proizvodnje ploča iverica ($16^{\circ} - 22^{\circ}\text{C}$). Mogućnost povećanje temperature prešanja je ograničena i ovisna o sistemu prešanja (jednoetažne ili višeetažne preše).

Dobiveni rezultati dati su usporedno u tabeli br. 3.

Kako je korišteno ljepilo UF - lo sa nižim molarnim odnosom može se zaključiti da su se povećanjem temperature sa 170°C na 190°C kod istog vremena prešanja i molarnog odnosa ljepila u principu poboljšala sva fizičko-mehanička svojstva t.j. savojna čvrstoća, čvrstoća na raslojavanje i bubrenje.

4.2.2 UTJECAJ TEMPERATURE PREŠANJA NA EMISIJU SLOBODNOG FORMALDEHIDA KOD ISTOG MOLARNOG ODNOSA LJEPILA

Kod usporedbe rezultata dobivenih u tabeli br. 3 (ploče UF - lo : UF - loa) vidimo da je povećanjem temperature prešanja smanjena emisija formaldehida ispod zahtjeva za E_1 klasu.

5.0 ZAKLJUČNO RAZMATRANJE

Na osnovu provedene diskusije dobivenih rezultata o utjecaju molarnog odnosa u karbamidformaldehidnom ljepilu proizvodnje "1 MAJ" - ČAČAK na fizičko-mehanička svojstva i emisiju slobodnog formaldehida iz ploča iverica, može se dati slijedeći zaključak.

1. Povećanjem molarnog odnosa poboljšavaju se fizičko-mehanička svojstva ploča iverica. Međutim i kod ploča radjenih sa najnižim molarnim odnosom ($E-1$ klasa) dobiveni rezultati čvrstoće na raslojavanje i debljinskog bubrenja odgovaraju u potpunosti a savojna čvrstoća neznatno je niža u odnosu na zahtjeve po JUS-u.
2. Smanjenjem molarnog odnosa u karbamid-formaldehidnom ljepilu smanjuje se emisija slobodnog formaldehida. Dobiveni rezultati nalaze se u granicama za odgovarajuće klase po DIN-u 68763.
3. Orientaciono ispitivanje utjecaja temperature prešanja kod ljepila (E_1), upućuje na zaključak da se povećanjem temperature prešanja u odgovarajućim granicama poboljšavaju fizičko-mehanička svojstva ploča, a smanjuje emisija slobodnog formaldehida iz ploča.
4. Industriska primjena ljepila UF - 20 u proizvodnji iverica za klasu E_2 , dala je bolje rezultate u odnosu na laboratorijska ispitivanja, a ovo ljepilo se danas široko primjenjuje u Jugoslaviji, Njemačkoj, Italiji.

Tišler Vesna
Lenič Jože
Bernik Bogdan

Prirodni polifenoli kao sirovina u proizvodnji ploča
na bazi drva

1 Uvod

Već godine 1960 pojavili su se u američkoj reviji "Forest Products Journal" dva zanimljiva članka. Autori prvog su Hall, Leonard i Nicholls iz Novog Zelanda i nose naslov "Izrada ivernih ploča sa ekstraktima kore"; u tom članku navode upotrebu ekstrakta kore bora *Pinus radiata*, kao osnovnu komponentu u ljepilu(1). Rezultati istraživanja su dobri jer autori naime tvrde da su iverice, koje su izrađene sa ekstraktom kondenzovanim sa formaldehidom odnosno iz tako pripremljene umjetne smole, uporedive sa ivericama, koje su izradene sa ure-formaldehidnim ljepilom.

U nekom drugom članku, koji je bio pretstavljen kao referat na 14. susretu FPRS, 7. sekcija (Kemijska upotreba) u Montrealu u Kanadi, tvrde autori Herrick,F.W. i Conca,R.J. da se može ekstrakt kore "zapadne trobelike" tj. *Tsuga heterophylla* dodati resorcinol-formaldehidnoj smoli kod čega se dobije dobro vodootporno ljepilo, koje otvrđnjava na hladno (2).

Tišler Vesna, mr.dipl.ing., Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani,
Biotehniška fakulteta, VTOZD za lesarstvo, Ljubljana
Lenič Jože, prof.dr.mr.dipl.ing.
Bernik Bogdan, dipl.ing., LKI Lesonit, Ilirska Bistrica

13 godina kasnije pojavoi se u Evropi članak autora Stahevski,A.M. i Deppe,H.J., koji obrađuje upotrebu mimozinih taninskih smola kod izrade ploča iverica u Australiji i konstatiraju da su ove iverice ravne onima koje su izrađene sa fenolnim smolama, i tom prilikom podvlače sniženje troškova proizvodnje u industriji ove vrste u Australiji (3).

Ugodinama 1973 i 1974 su autori Anderson,A.B., Wong,A. i Wu,K.T. publikovali tri članka o upotrebi kore bele jele (White Fir) i bora (Ponderosa Pine) kod izrade ivernih ploča. Oni su upotrebjavali prirodnu koru kao i njezin ekstrakt. Kao utvđivač upotrbljen je u oba slučaja paraformaldehid. Dobijeni rezultati su pozitivni (4)(5)(6).

Godine 1979 upozorava Deppe,H.J. na originalan razvoj izrade ploča iverica u Južnoj Africi, gdje se upotrebjavaju tanini akacije (*Acacia mollissima*) za izradu taninsko formaldehidnih ljepila, a pomoću ovih proizvode se ploče iverice i niz zanimljivih građevinskih elemenata (7). Iste godine pojavila su se tri članka od autora Pizzi,A., gdje se objavljuju rezultati dobijeni prilikom izrade iverica, ljepljenih sa taninskim ljepilima akacije. Istovremeno obrađuje impregnaciju papira za oplemenjenivanje ploča sa taninskim smolama (8), uticaj mješaća ljepila na ploču ivericu kod upotrebe taninskih ljepila od akacije (9), kao i uticaj koncentracije otopine formaldehida u izradi taninskih ljepila (10).

Godine 1979 obelodanjen je američki patent, koji obrađuje fenolna ljepila kombinovana sa polifenolima kore (11). Naredne godine opisuje Heller,W. izradu ploča iz neobičnih materiala, među kojima se nalazi i kora od drva.

Godine 1980 pojavljuje se zanimljiv članak, koji dolazi iz Brazilijske. Autori Coppens,H.A., Santana,M.A., Pastore,F.J. ob-

raduju taninsko-formaldehidna ljepila pri izradi šperovanog drva za vanjsku upotrebu i za izradu iverica (13). Kao osnovnu sirovinu za pripremu ljepila navode raspršivanjem osušeni (spray-drying) ekstrakt kore akacije (*Acacia negra*), koja uspjeva na plantažama južne Brazilije, i tvrde da taj ekstrakt može poslužiti kao osnovna sirovina za izradu kvalitetnog šperovanog drva a najverovatnije i za vodootporne iverice.

Iste godine objavljaju Pizzi,A. i Kes, E.W. da se sve ploče iverice za vanjsku upotrebu izrađuju u Južnoj Africi pomoću akacijevih taninsko formaldehidnih ljepila. 50% proizvodnje šperovanog drva u toj zemlji preorijentiralo se od fenolnih i urea-formaldehidnih ljepila na upotrebu taninskih zbog niže cijene (14).

Godine 1981 pojavljuje se članak autora Ayla,C. i Weissmann-a, u kome se proučava vrelovodni ekstrakt kore bora *Pinus brutia* i konstatiše da postoji mogućnost izrade odličnog taninsko-formaldehidnog ljepila (15).

Godine 1982 izvještava Pizzi,A. o izradi ploča iverica pomoću ljepila od borovih tanina. Osim teoretičnog razmatranja o strukturi borovih tanina opisuje ovisnost vremena želiranja od pH kod različitih vrsta borovih tanina te navodi podatke o ispitivanju jednoslojnih ploča iverica, izrađenih dodatkom različitih vrsta ljepila (16).

Iste godine pojavljuje se prilog WK Instituta iz Braunschweiga u obliku članka autora Dix,B. i Marutzky,R., u kome se raspravlja o mogućnostima ljepljenja drva sa ljepilima na bazi prirodnih polifenola. Uz shematsku strukturu tanin-formaldehidne smole prikazuju i shematsku sliku povezivanja tanina i diizocianata (17).

Istovremeno objavljaju Ayla,C. i Weissmann,G. nova istraži-

vanja kod upotrebe taninsko-formaldehidnih umjetnih smola za izradu iverica. Kod toga upotrebljavaju pretežno modificirane ekstrakte akacije (18).

Godine 1983 publikovano je istraživanje autora Tišler, V., Ayla, C., Weissmann, G. pod naslovom "Istraživanje kore bora *Pinus halepensis Mill*". U tom članku opisuje se uspjela priprema do sada nepoznatog ljepila na bazi ekstrakta kore alepskog bora i formaldehida (19).

Na temelju iznešenog može se zaključiti da je skoro svim naučno-istraživačkim radovima zajednička komponenta pronalaženja mogućnosti upotrebe taninskih ekstrakata, te da ova mogućnost već prema vrsti ishodne substance i načina upotrebe postoji u većoj ili manjoj meri.

U jednom od naših radova opredjelili smo se na ispitivanje mogućnosti djelomične zamjene fenolne smole pri izradi tvrdih ploča vlaknatica po suhom postupku (High Density Fibreboard) u laboratorijskom mjerilu, sa vodenim ekstraktom kore smreke (*Picea abies*) što u stranoj literaturi još nije obrađeno.

2 Izrada ploče vlaknatrice po suhom postupku sa ekstraktom kore smreke

U laboratoriju izrađene su vlaknaticе по suhom postupku, dimenzija 50 cm x 50 cm, nazivne debljine 4,0 mm. Za izradu uzorka upotrebljena su drvna vlakanca uzeta iz redovne proizvodnje, znači dobijena tehnologijom koja se upotrebljava u industriji.

2.1 Osnovni uslovi laboratorijskog pokusa

- Standardna vlakna iz redovne proizvodnje sa dodatkom 0,5 % parafina i omjerom drvnih sirovina listače/četinari 70/30
- Veličina pokusnih ploča 500 cm x 500 cm x 4 mm
- Predviđena gustina uz predviđenu tehnologiju izrade 1030 kg/m^3
- 3 % doziranje veziva kod varianata B,C,D,E računato suho vezivo na suhu ploču ili 33 g suhog veziva na pokusnu ploču
- Standardna fenolna smola B 401, koja se upotrebljava u Lesonitu za redovnu proizvodnju vlaknatica. Smola je nizko kondenzirana.

Suha tvar: 40,0 %

pH : 10,5

- Suh ekstrakt smrekove kore

Suha tvar: 97,5 %

- Za oblepljivanje vlakanaca upotrebljena je 10 % otopina
- Temperatura preše 200°C
- Efektivni čas prešanja 183 sek
- Ciklus prešanja kao u redovnoj proizvodnji

2.2 Varijante pokusa

- A Pokusne ploče bez dodatka veziva
- B Pokusne ploče sa samom fenolnom smolom B 401 (3%)
- C Pokusne ploče sa mješavinom veziva
20 % ekstr. + 80 % B 401 + 5 % p-formaldehida
- D Pokusne ploče sa mješavinom veziva
40 % ekstr. + 60 % B 401 + 5 % p-formaldehida
- E Pokusne ploče sa mješavinom veziva
60 % ekstr. + 40 % B 401 + 5 % p-formaldehida
- F Pokusne ploče sa 1,5 % fenolne smole B 401

Varijante A i B zastupa 6 pokusnih ploča. Varijante C,D,E i F zastupaju 3 pokusne ploče.

Iz svake pokusne ploče izrezano je:

- za gustoću i savojnu čvrstoču 10 epruveta
- za upijanje vode (24 sata) 3 epruvete

2.3 Rezultati merenja sa tumačenjem oznaka

Tumačenje oznaka u tabelarično prikazanim rezultatima je sledeće:

- A B C D E F varijante pokusa
- $A_1 \ A_2 \dots \ F_1 \ F_2$ paralelke varianti
- $\bar{V}, \bar{\rho}, \bar{G}$ pojedinačne vrednosti za upijanje, gustoču i savojnu čvrstoču (Ove vrednosti nisu u tabelama)
- $\bar{\bar{V}}, \bar{\bar{\rho}}, \bar{\bar{G}}$ prosječne vrednosti paralelki
- $\bar{\bar{\bar{V}}, \bar{\bar{\rho}}, \bar{\bar{G}}}$ prosječne vrednosti varijanata
- b koeficient korelacije za pojedinačne varijante izračunat po formuli

$$b = \frac{\sum (\rho - \bar{\rho})(G - \bar{G})}{\sum (\rho - \bar{\rho})^2} \text{ N mm}^{-2}/\text{kgm}^{-3}$$

- \bar{b} prosječni koeficient korelacije svih varijanti za G/ρ izračunat po formuli

$$\bar{b} = \frac{\sum \frac{F}{A} b}{\sum \frac{F}{A}}$$

Varijanta	Gustoča kg/m ³	Savoj.čvrst. N/mm ²	Vpijanje % V	Koef. korelac.	Primedbe
A ₁	1093	45,5	106,6		
A ₂	1113	50,9	106,7	0,209	
A ₃	1098	47,8	91,7		
A ₄	999	30,0	-		A ₄ -A ₆ ponov-
A ₅	1096	49,6	72,9	0,186	ljen pokus
A ₆	1068	45,1	62,4		
A	1078	44,8	84,6		
B ₁	1095	66,5	59,3		
B ₂	1096	64,9	33,1	0,205	
B ₃	1031	48,6	45,5		
B ₄	1098	64,1	26,9		B ₄ -B ₆ ponov-
B ₅	1124	67,5	24,3	0,232	ljen pokus
B ₆	1104	68,2	26,6		
B	1093	63,3	35,9		
C ₁	1090	71,4	38,4		
C ₂	1106	65,6	35,9	0,191	
C ₃	1113	66,4	34,6		
C	1103	67,8	36,3		
D ₁	1076	53,8	32,7		
D ₂	1104	66,0	36,8	0,240	
D ₃	1074	55,6	33,6		
D	1085	60,1	34,4		
E ₁	1104	59,9	37,5		
E ₂	1088	60,4	29,5	0,255	
E ₃	1113	61,0	35,4		
E	1102	60,4	34,1		
F ₁	1105	62,3	48,8		
F ₂	1088	60,6	32,3	0,210	
F ₃	1029	41,7	31,9		
F	1074	54,9	37,7		

$$b = 0,216 \text{ Nmm}^{-2}/\text{kgrm}^{-3}$$

2.4 Korekcija vrednosti na gustoču 1030 kg/m^3

Varijanta	$\bar{\rho}$ kg/m^3	\bar{G} N/mm^2	\bar{v} %	Primedbe
A	1030	34,4	84,6	bez smole
B	1030	49,7	35,9	samo B401 3%
C	1030	52,0	36,3	B401/ekstr., 80/20 3%
D	1030	48,2	34,4	B401/ekstr., 60/40 3%
E	1030	44,8	34,1	B401/ekstr., 40/60 3%
F	1030	45,2	37,7	samo B401 1,5%

3 Zaključak

Interesovanje za problematiku taninsko-formaldehidnih ljepila u Evropi relativno novog je datuma. Vjerojatno je uzrok tome u veoma razvijenoj industriji prerade nafte, koja je sposobna izradivati ljepila na bazi derivata nafte u velikim količinama. Nakon 1971 g. primjećujemo pojavu pojačanog istraživanja sa ciljem smanjivanja ovisnosti o toj sirovini (nafti) što je posljedica rapidnog povećanja njene cene na svjetskom tržištu.

Istraživanja svjedoče da kore nekih vrsta drveća sadržavaju prirodne polifenole, koje možemo pod izvjesnim uslovima upotrijebiti kodljepljenja drva. U našem slučaju upotrebljen je vodeni ekstrakt smrekove kore, koji je u različitim omjerima dodan standardnoj fenolnoj smoli prilikom izrade vlaknatica po suhom postupku u laboratorijskom mjerilu. Ako promatramo tabelu na ovoj strani možemo ustanoviti da dodatak 20% vodenog ekstrakta fenolnoj smoli poboljša savojnu čvrstoču u poređenju sa

pločom, koja je izrađena samo sa dodatkom fenolne smole. Uz dodatak 40% ekstrakta smanji se savojna čvrstoča ali se istovremeno poboljša vodootpornost odnosno snizi se upijanje vode. Općenito može da se kaže da se sa povećavanjem dodatka ekstrakta standardnoj fenolnoj smoli donekle snizuju mehaničko-fizičkalne osobine ploče; uz dodatak od 20% ploče su još uvjek komercijalnog kvaliteta. Pretpostavljamo da bi uz izvjesne modifikacije s jedne strane kombinovanog ljepila, s druge strane nekih tehnoloških parametara, uspjeli i sa dodatkom od 30% do 35% ekstrakta kao substituta za standardnu fenolnu smolu u toj vrsti tehnologije.

Ovim radovima uključujemo se i mi u istraživanja, koja su počela da se u Evropi intenziviraju poslednjih godina. Ljepila za drvnu industriju na bazi ekstrakta kore postaju naime interesantna prije svega iz ekonomskih razloga, jer predstavljaju rasterečenje uvozne bilance uz istovremeno aktiviranje domaćih sirovina, koje mogu delimično da zamjene uvozni fenol, melamin itd. t.j. relativno skupe uvozne sirovine.

4 Literatura

- 1.) Hall,R.B., Leonard,J.H.,
Nicholls,G.A. : "Bonding Particle Boards with Bark Extracts", Forest Products Journal, May, 1960
- 2.) Herrick,F.W.,Conca,R.J.: "The Use of Bark Extracts in Cold-Setting Waterproof Adhesives", Forest Products Journal, 1960
- 3.) Stahevski,A.M., Deppe,H.: "Zur Verwendung von Tanninharzen als Bindemittel für Holzspanplattenherstellung", Holz als Roh- und Werkstoff, 31, 1973

- 4) Anderson,A.B., Wong,A.,
Wu,K.T. : "Utilization of White fir Bark in
Particleboard", Forest products
Journal, 24, 1973
- 5) Anderson,A.B., Wong,A.,
Wu,K.T. : "Utilization of White Fir Bark and
its Extract in Particleboard", Fo-
rest Products Journal, 24 , 1974
- 6) Anderson,A.B., Wu,K.T.,
Wong,A. : "Utilization of Ponderosa Pine Bark
and its Extract in Particleboard",
Forest Products Journal, 24, 1974
- 7) Deppe,H.J.: "Forst- und Holzwirtschaft in Süd-
afrika; Interessante Entwicklungen
im Bereich der Spanplatten", Holz
Zentralblatt, 2295, 1979
- 8) Pizzi,A.: "Tannin-Based Overlays for Particle-
board", Holzforschung und Holzver-
wertung, 31, 3, 1979
- 9) Pizzi,A.: "Glue Blenders Effekt on Partcle-
board Using Wattle Tannin Adhesives",
Holzforschung und Holzverwertung, 31,
4, 1979
- 10) Pizzi,A.,Sorfa,P.: "Liquid Formaldehyde Concentrates as
Hardenes for Tannin-Based Adhesives",
Holzforschung und Holzverwertung,5,
31, 1979
- 11) Hatman,S.: "Bark extended phenolic resin adhesive
composition and process for preparing
same", US Patent, 4,144,205, 1979
- 12) Heller,W.: "Die Herstellung von Spanplatten aus
unkonventionellen Rohstoffen", Holz
als Roh- und Werkstoff, 38, 1980

- 13) Coppens,H.A., Santana,M.A.E.,
Pastore,F.J. : "Tannin Formaldehyde Adhesive
for Exterior-Grade Plywood and
Particleboard Manufacture",
Forest Products Journal, 30,1980
- 14) Pizzi,A.,Scharfetter,H.: "Adhesives and Techniques Open
New Possibilities for the Wood
Processing Industry", Holz als
Roh-und Werkstoff,39, 1981
- 15) Ayla,C., Weissmann,G.: "Verwendung der Polyphenole aus der
Rinde von Pinus brutia Ten. zur Her-
stellung von Holzleimen", Holz als Roh-
und Werkstoff,39, 1981
- 16) Pizzi,A.: "Pine Tannin Adhesives for Particlebo-
ard", Holz als Roh-und Werkstoff,40,1982
- 17) Dix,B.,Marutzky,R.: "Möglichkeiten der Verleimung von Holz
mit Klebstoffen auf der Basis von na-
türlichen Polyphenolen", Adhäsion,12,
1982
- 18) Ayla,C.,Weissmann,G.: "Neue Entwicklungen in der Verwendung
von Tanninformaldehydharzen bei der
Herstellung von Holzspanplatten",
Adhäsion, 1982
- 19) Tišler,V.,Ayla,C.,
Weissmann,G.: "Untersuchung der Rindenextrakte von
Pinus halepensis Mill.", Holzforschung
und Holzverwertung, 35, 1983

Radomir Šenić

PRIMENA OTPADNIH SMOLA IZ PROIZVODNJE FURFURALA KAO KOMBINOVANOG ADHEZIVA ZA PROIZVODNJU IVERASTIH PLOČA

1.0. UVOD

Poznato je da se sa proizvodnjom furfurala u Novom Sadu nije uspeло, a da se do današnjeg dana ovaj cenjeni artikal proizvodi u našoj zemlji jedino u Loznicu i Sevnici.

U poslednje vreme oba ova proizvodjača ulažu velike napore da bi osvojili proizvodnju furfuril-alkohola i furfuralnih smola kao derivata furfurala, koji na tržištu imaju priznatiju vrednost i širu primenu. Zbog ovakvih nastojanja svaka nova količina furfurala bila bi dragocena, a pogotovo ako bi se dobijala i iz sekundarnih sirovina kao što je otpadni drveni materijal kore i piljevine iz proizvodnje celuloze, zašta već postoji dano tehničko-tehnološko rešenje.

Poseban značaj u ovom radu predstavljaju istraživanja koja bi trebalo da omoguće korišćenje furfurala a posebno njegovih smolastih otpadnih frakcija kao veziva za dobijanje drvenih iverastih ploča. Ova veziva bi dobri delom zamjenjivala danas znatno skuplja standardna urea-formaldehidna i fenol-formaldehidna veziva.

Niske cene nafte dugo vremena su sputavale istraživački rad na uvođenju novih veziva u industriji drvenih ploča. Kao što je poznato, rezerve nafte kao fosilne sirovine su ograničene i sve manje odgovaraju povećanoj potrošnji u svetu, što se iskazuje brzim rastom cene nekih derivata pa i postojećih standardnih veziva čija se sinteza većim delom zasniva na proizvodima nafte. Samim tim prirodno je što ovi proizvodi u jugoslovenskim okvirima pokazuju karakteristike uvoznih proizvoda podložnih političkim i ekonomskim kretanjima u svetu.

Razumljivo je da u današnjem ekonomskom trenutku postoji opšta težnja drvene industrije ka sticanju veće autonomije u odnosu na petrohemijski kompleks i oslanjanju na sigurnije izvore domaćih hemijskih intermedijera. Usled toga se istraživački rad u oblasti veziva sve više okreće obnovljivim rezervama biljnih resursa.

Posebnu pažnju zaslužuju nastajanja da se drvena industrija poveže u lanac kompatibilnih pogona, tako da otpadak iz proizvodnje jednog pogona posluži kao sirovina za proizvodnju drugog pogona.

Ovakav pristup u povezivanju i saradnji pojedinih pogona i fabrika koje preradjuju drvo kao osnovnu sirovinu, doprinosi njihovoj većoj autonomiji, boljem uklapanju u savremene ekološke zahteve i kompleksnijem iskorišćenju drvne mase.

Tema ovog rada je praktično ilustracija težnje za realizacijom jednog od pomenutih zatvorenih sistema, sa potpunim korišćenjem otpadnih materijala iz proizvodnje. Naime, furfural koji se dobija korišćenjem drvnih otpadaka iz Fabrike Celuloze putem parne predhidrolize i rafinacije izdvojenog kondenzata, tz. sirovog furfurala, poseduje svoje smolaste o otpatke koji bi se dalje koristili kao vezivo u sklopu postojećih standardnih veziva za proizvodnju drvnih ploča.

2.0. EKSPERIMENTALNI RADOVI NA KORIŠĆENJU FURFURALA I NJEGOVIH OTPADNIH SMOLASTIH FRAKCIJA KAO VEZIVA ZA PROIZVODNJU DRVNIH PLOČA IVERICA

Pristup istraživanju i razvijanju potencijalnog termostabilnog veziva za drvine ploče, korišćenjem furfurala i njegovih otpadnih smolastih frakcija, izdvojenih iz procesa proizvodnje furfurala pri destilaciji sirovog furfurala dobijenog parnom predhidrolizom kore i piljevine kao drvnih otpadaka i sirovog furfurala iz parne predhidrolize procesa kuvanja iz proizvodnje celuloze, obuhvata hronološke faze dobijanja nepripremljenog veziva, njegovu pripremu i krajnju primenu na adherent - drvni iver pri izradi ploča.

Put koji je potrebno preći od sirovog veziva (smole), pa do kvalitetne veze - veoma je kompleksan i iziskuje razne vrste istraživanja osobina i ponašanja veziva koja su od interesa za adheziju i njenu ulogu pri ostvarivanju kvaliteta veze izmedju drvnih ivera pri dobijanju ploča.

Zavisno od prirode istraživanja, eksperimentalni radovi iz ove oblasti su obavljeni na Šumarskom fakultetu u Beogradu - Institut za preradu drveta (laboratorijska istraživanja), zatim na Šumarskom institutu Srbije u Beogradu (poluindustrijski eksperimenti) i u Šumarsko-poljoprivredno-industrijskom kombinatu - ŠPIK - Ivanjica (eksperimentalni radovi u fabričkim razmerama - industrijske probe).

Obavljeni istraživački radovi su uglavnom bili usmereni u dva pravca. Prvi su se odnosili na obradu i pripremu veziva baziranog na furfuralu i njegovim otpadnim smolastim frakcijama, dok su se drugi odnosili na samu primenu tih veziva pri izradi drvnih ploča i vrećica (kao delimična zamena standardnih veziva). Uzveši u celini ova istraživanja su i omogućila izbor najpovoljnijeg tehničko-tehnološkog rešenja za korišćenje furfuralnih otpadnih smolastih frakcija - (OSFL), kao veziva za proizvodnju drvnih ploča, a koje će biti opisano u izlaganju na kraju rada jer isto praktično predstavlja krajnji cilj svih istraživanja na ovom polju.

2.1. STVARANJE I KARAKTERISTIKE FURFURALNIH OTPADNIH SMOLASTIH FRAKCIJA, KAO POLAZNE SIROVINE POTENCIJALNOG (OSFL) - VEZIVA ZA PROIZVODNNU DRVNIH PLOČA

Smolasti furfuralni proizvodi su otpadne materije koje se izdvajaju iz procesa rafinacije - destilacije sirovog u čisti furfural. To su razni proizvodi polimerizacije i polikondenzacije intermedijernih jedinjenja, koja nastaju putem destrukcije furfurala pri njegovom samom oblikovanju. Jasno je da isti imaju štetan uticaj na samu konverziju pentozana u furfural jer smanjuju iskorišćenje furfurala pri njegovoj proizvodnji i da po mogućству treba uticati na otklanjanje uzročnika destrukcije furfurala (visoka temperatura, kiseline, voda idr.), što se i čini pri izborima režima rada kod proizvodnje furfurala.

Karakteristike otpadnih smolastih frakcija iz destilacije furfurala Fabrike celuloze i furfurala "Viskoza" - Loznica su:

Materijal - Uglavnom mešavina teško i stvarljivih tečnosti visoke tačke ključanja, nastalih pri proizvodnji furfurala kao proizvodi polikondenzacije intermedijernih jedinjenja raspadanja furfurala. Smeša je uglavnom sastavljena iz 5-metilfurfurala, hidroksi-metilfurfurala i zaostalog furfurala pri destilaciji.

Agregatno - Otpadne smolaste frakcije furfurala se nalaze u tečnom agregatnom stanju mada je moguće prisustvo i čvrste faze u obliku ranije očvrslih delića kao mehaničkih nečistoća iz rebojlera zadnje kolone gde se vrši naknadno zagrevanje ovih težih smolastih frakcija u cilju isparavanja furfurala i njegovog naknadnog izdvajanja i koncentrisanja pri zastupljenoj rafinaciji.

- Gustina d_4^{293} - Gustina otpadnih smolastih frakcija furfurala nešto je veća od gustine čistog furfurala i iznosi u prosjeku oko 1,2.
- % Suve materije - Procenat suve materije za otpadne smolaste frakcije furfurala (OSFL), kreće se oko 48 % što zavisi i od sastavnih - lakših i težih frakcija kao komponenata.
- pH - vrednost - Zavisno od zaostalog sadržaja organskih kiselina u furfuralnim otpadnim smolama posle završene rafinacije (sircetne i mravlje kiseline), koje pak nastaju pri stvaranju furfurala, pH - vrednost se kreće u proseku u granicama od 5-6.
- Sadržaj vode - Voda otpadnih furfuralnih smolastih frakcija se kreće u vrednosti intervala 0,08 % do 0,1 %, što je i razumljivo ako se ima u vidu da je voda uglavnom već izdvojena tokom same destilacije furfurala.
- Količina - Pri rafinaciji furfurala se ukupno uzevši izdvoji oko 2,5 t/dan otpadnih smolastih frakcija furfurala na koje se može računati kao sirovina za potencijalno OSFL - vezivo koje bi se koristilo zajedno sa standardnim urea-formaldehidnim vezivom (UF), pri proizvodnji ploča iverica.

Pri eksperimentalnom radu, teže frakcije furfuralnih otpadnih smola su korištene kao OSFL - vezivo a lakše su upotrebljavane za smanjenje viskoziteta težih frakcija a sve pak u sklopu urea-formaldehidnog veziva (UF) pri izradi ploča iverica.

2.2. LABORATORIJSKI I POLUINDUSTRIJSKI EKSPERIMENTI NA ISTRAŽIVANJU PRIMENE OTPADNIH SMOLASTIH FRAKCIJA FURFURALA ZA SINTEZU OSFL-VEZIVA I NJEGOVOG KORIŠĆENJA ZA PROIZVODNJU DRVNIH PLOČA U SKLOPU UF - VEZIVA

Napomenuto je da su laboratorijski i poluindustrijski eksperimenti radjeni na Šumarskom fakultetu u Beogradu - Institut za preradu drveta i Šumarskom institutu Srbije u Beogradu. Pri tome su detaljno analizirana fizičko-hemiska svojstva furfuralnih otpadnih smolastih frakcija iz Fabrike celuloze i furfurala - SOUR-a "Viskoza" iz Loznice. Takadje vršena je obrada i priprema istih u cilju stvaranja prepolimera željenih karakteristika koji se kao takav uspešno meša (reaguje) sa standardnim urea-formaldehidnim (karbamidnim) vezivom i kao njegova delimična zamena koristi kao vezivo za proizvodnju drvnih ploča iverica.

Poznato je da su ranije u procesu formiranja i očvršćavanja drvnih ploča primenjivana razna sredstva za slepljivanje iverja u ploču. Nakon niza dugogodišnjih iskustava pokazalo se da su za savremenu proizvodnju ploča podesnija sintetska veziva nego biljna i životinjska, te su ona u današnjoj svetskoj proizvodnji uglavnom i u upotrebni. Iz ove grupe naročito su našla primenu sintetska veziva na bazi fenola, karbamida i melamina, koja su i postala standardna veziva u proizvodnji drvnih ploča.

U okviru laboratorijskih i poluindustrijskih oglednih proba koje su poslužile kao prethodnica industrijskim probama korišćenja furfurala i njegovih otpadnih smolastih frakcija -(OSFL) - veziva, za proizvodnju ploča iverica, uradjeno je ukupno 27 jednoslojnih ploča iverica nazivne debljine 10 mm na poluindustrijskom postrojenju,

Korišćena je:

- Drvna sirovina bukve iz ŠPIK - Ivanjice u obliku iverja granulacija od 1 - 8 mm i srednje vlažnosti 5,7 %.
- Standardni urea-formaldehidni atheziv proizvodnje NAFTAGAS - HINS (Hemijkska industrija iz Novog Sada OOUR "IDOL"), sa karakteristikama datim u Tabeli 2.
- Katalizator amonijum-hlorid (NH_4Cl).

Na taj način vršeno je simuliranje izbora i pripreme sirovina kao i uslova - režima izrade ploča koji se primenjuju u samoj fabrici.

Pripremljeno vezivo na bazi furfurala (FL) i njegovih otpadnih smola (OSFL), sa postignutim traženim karakteristikama u granicama karakteristika urea-formaldehidnog veziva (UF), je mešano sa (UF) - vezivom kao standardnim, sa različitim procentualnim učešćem kao njegovom delimičnom zamenom i to od 0-25 %. Od svake kombinacije uradjene su po 3 ploče, stim što ploče uradjene sa 0 % sadržaja furfurala i njegovih smola, praktično predstavljaju uporedne - standardne ploče sa upotreboom 100 % UF veziva. U odnosu na njih vršena su poređenja svih fizičkih, hemijskih i mehaničkih svojstava ostalih dobijenih oglednih ploča (savojna čvrstoća, čvrstoća na raslojavanje, debljinsko bubrenje i dr.).

Uporedna serija ploča radjena sa urea-formaldehidnim vezivom nosi oznaku UF.

Prva ogledna serija ploča kod koje je deo urea-formaldehida zamenjen furfuralom kao vezivom nosi oznaku UF-FL.

Druga ogledna serija ploča, kod koje je deo urea-formaldehida zamenjen otpadnim smolastim furfuralnim frakcijama, nosi oznaku UF - OSFL.

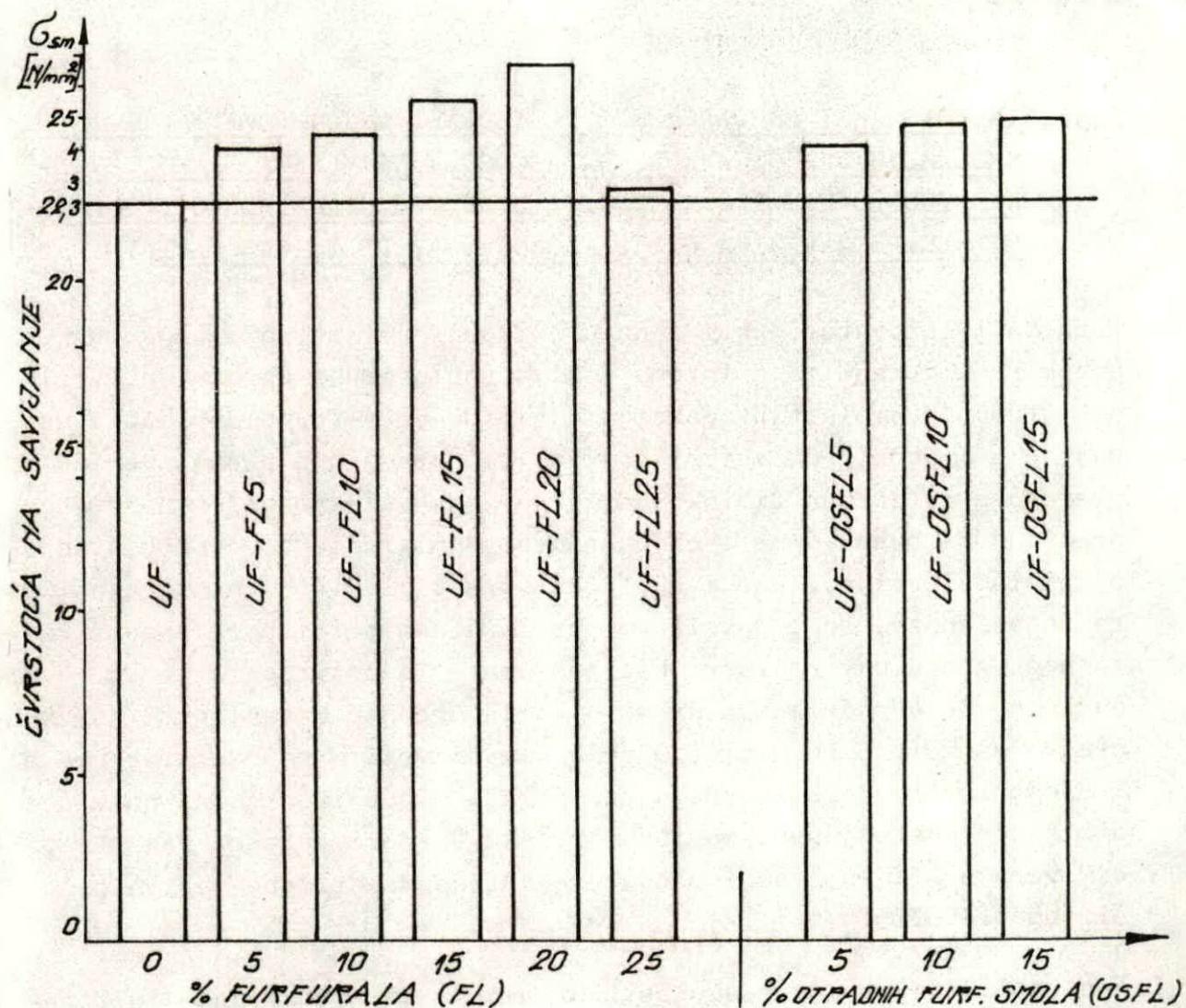
Indeksni broj ploče istovremeno pokazuje procenat supstitucije standardnog urea-formaldehidnog veziva, vezivom na bazi furfurala ili pak njegovih smolastih otpadnih frakcija.(npr. UF - FL 10 označava ploču prve ogledne serije, kod koje je vezivo sastava 90 % urea-formaldehidnog prepolimera i 10 % veziva na bazi furfurala), što pokazuje i tabela 1.

Na narednom grafikonu 1 - prikazane su savojne čvrstoće (srednje vrednosti) proizvedenih uporednih jednoslojnih ploča sa primenom urea-formaldehidnog veziva UF, ploča prve ogledne serije sa primenom veziva na bazi furfurala UF -FL i ploča druge ogledne serije sa primenom veziva na bazi otpadnih smolastih frakcija UF - OSFL, i to sa procentualnom zamenom urea-formaldehida kao standardnog veziva od 0-25 %. Za određivanja fizičkih, hemijskih i mehaničkih svojstava rezane su epruvete od svake ploče po usvojenoj šemi, a ispitivanja su obavljena u laboratoriji Fabrike iverica u Ivanjici po ustaljenim metodama i propisima JUS standarda.

Tabela 1 - Šifre uradjenih ploča sa korišćenjem furfurala (FL) i otpadnih smolastih frakcija (OSFL) kao delimične zamene urea-formaldehidnog (UF) - veziva.

Red. broj	Oznaka veziva	Urea-formalde- hidno vezivo % UF	Furfuralno vezivo % FL	Otpadne smolaste frakcije furfurala % OSFL
1.	UF	100 %	0	0
2.	UF - FL5	95	5	0
3.	UF - FL10	90	10	0
4.	UF - FL15	85	15	0
5.	UF - FL20	80	20	0
6.	UF - FL25	75	25	0
7.	UF - OSFL5	95	0	5
8.	UF - OSFL10	90	0	10
9.	UF - OSFL15	85	0	15

Grafikon 1 - Čvrstoća na savijanje poluindustrijskih uradjenih jednoslojnih ploča iverica u zavisnosti od procen-tualnog učešća (FL) i (OSFL) u kompleksu (UF) veziva



Kao što se vidi sa datog grafikona jednoslojne ploče iverice proizvedene poluindustrijski sa korišćenjem furfurala i njegovih otpadnih smola kao veziva kojim se vršila delimična zamena urea-formaldehidnog veziva, u potpunosti pokazuju povećanje savojne čvrstoće u odnosu na uporedne ploče dobijene sa čistim UF - standarnim vezivom. Isti je slučaj i sa čvrstoćom za raslojavanje dok se debljinsko bubrenje istih znatno smanjilo pogotovo sa primenom OSFL - veziva, gde je ovo smanjenje iznosilo skoro duplo.

Rezultati fizičko-hemijskih i mehaničkih svojstava uradjenih ploča sa korišćenjem furfurala i njegovih otpadnih smolastih frakcija kao veziva u sklopu urea-formaldehidnog - standardnog veziva, su dali putokaz za industrijske eksperimentalne probe proizvodnje ploča iverica.

2.3. INDUSTRIJSKI EKSPERIMENTI NA ISTRAŽIVANJU PRIMENE OTPADNIH SMOLASTIH FRAKCIJA FURFURALA (OSFL) KAO VEZIVA ZA PROIZVODNU TROSLOJNU PLOČU IVERICA U SKLOPU STANDARDNOG UREA-FORMALDEHIDNOG VEZIVA (UF), KAO NJEGOVE DELIMIČNE ZAMENE

Rezultati laboratorijskog i poluindustrijskog istraživanja, u prvom redu vezani za pripremu veziva (pripremu i obradu furfuralnih otpadnih smolastih frakcija u sklopu urea-formaldehidnog veziva), a u drugom redu vezani za kvalitet uradjenih ploča iverica - gledano u celini na fizičko-hemijska i mehanička svojstva istih, pridodajući svemu tome i ekonomsku stranu gledišta (cenu koštanja polaznih sirovina), kao i ekološku stranu gledišta (smanjenja izvora zagadjenja), su i doveli do opredeljenja pri izboru eksperimentalnog rada u okviru fabričkih razmara - industrijskih proba. Naime došlo se do opredeljenja da se od svih uradjenih varijanti korišćenja različitih kompozicija pri primeni veziva na bazi furfurala i njegovih otpadnih frakcija pri izradi ploča iverica na poluindustrijskom postrojenju, za industrijski eksperimentalni rad u Fabriči iverica ŠPIK-a Ivanjica odabere varijanta primene veziva pod šifrom UF-OSFL5.

Veće količine otpadnih smolastih frakcija iz proizvodnje furfurala pri Fabrici celuloze - SOUR-a "Viskoza" - Loznica, su obradjene i pripremljene u vezivu tipa UF-OSFL5. To znači da je 5 % otpadnog osmoljenog furfurala kao dosadašnjih otpadnih materija primenjeno u sklopu sa 95 % urea-formaldehidnog veziva računato na % suvog ostatka veziva, a prema zahtevanim uslovima pripreme, karakteristika i upotrebe postojećeg urea-formaldehidnog standardnog veziva u uslovima i režimima rada proizvodnje iverica u ŠPIK-u Ivanjica.

Vezivo tipa UF-OSFL5 se sa svojim karakteristikama uklapa u zahte-

vane granice karakteristika datih po JUS standardu za urea-formaldehidno kao standardno vezivo, sa izuzetkom nešto kraćeg vremena očvršćavanja (želiranja), što je povoljna okolnost kod proizvodnje ploča iverica.

S obzirom na karakteristike otpadnih smolastih frakcija furfurala datih u poglavlju 2.0., koje su dosta slične sa karakteristikama urea-formaldehidnog veziva, kao i na relativno nizak procenat zamene urea-formaldehidnog veziva ovim otpadnim smolama od cca 5 %, to je i razumljivo što se u celini vezivo tipa UF-OSFL5 u suštini mnogo ne razlikuje od standardnog veziva UF, odnosno ne izlazi iz okvira graničnih vrednosti karakteristika urea-formaldehidnog veziva što pokazuje i Tabela 2. Osim toga ukoliko bi se išlo i sa većim % zamene UF-veziva (10 i 15 %), što je i bio slučaj kod polu-industrijskih izrada ploča, uvek se kao što je napomenuto, posebnim regulacijama može doći do zahtevanih karakteristika koje važe za standardno urea-formaldehidno vezivo, što je u domenu same konačne pripreme veziva pre njegovog doziranja u mašinu za obradjivanje (regulacija viskoziteća, pH-vrednosti, vremena očvršćavanja, % suve materije i dr.).

Pri industrijskim eksperimentalnim probama iz izrade troslojnih ploča iverica nazivne debljine 16 mm. kao adekvatna zamena za standardno urea-formaldehidno vezivo (UF), u količini od 5 % kao pripremljeno vezivo a u kompoziciji UF-OSFL5 veziva, dodavan je otpadni osmoljeni furfural (OSFL5) i to:

- a) Samo u spoljne slojeve ploče iverice - (UF-OSFL5-s)
- b) U spoljne slojeve i u unutrašnji sloj istovremeno - (UF-OSFL5-su)
- c) Uporedne ploče sa čistim standardnim vezivom (UF).

Izbor drvnog materijala (sirovine) bio je kao i pri standardnom radu. Naime, u spoljni sloj ploče je dodavano 80 % bukve i 20 % mekih lišćara, dok se u unutrašnji sloj išlo sa 100 % bukve.

Svi ostali uslovi i režimi rada pri proizvodnji ploča iverice bili su standardni (svakodnevni) i konstantni, kako bi se što bolje mogao pratiti uticaj primjenjenog veziva.

Po ustaljenoj šemi rezane su epruvete od obadve serije uradjenih

Tabela 2 - Prosečne karakteristike urea-formaldehidnog veziva (UF), otpadnih smolastih frakcija furfurala (OSFL) i (UF-OSFL5) - veziva, kao kombinacije 95 % UF i 5 % OSFL računato na % suve materije veziva

Red. broj	Naziv analize	Standard	Jed. mere	UF -- vezivo	OSFL - smole	UF - OSFL5
1.	Agregatno stanje i izgled			Tečno - bela	Tečno - mrka	Tečno - bela slabije beline
2.	Suva materija	JUS H.K8.023	%	66 - 68	48	66 - 68
3.	Viskozitet po Fordu na 20°C (293K)	JUS H.K8.022	sec	100 - 120	90 - 110	95 - 115
4.	Sadržaj slepljenog formaldehyda	JUS H.K8.023	%	0,20 - 0,50	-	0,18 - 0,45
5.	pH - vrednost	JUS H.K8.023	pH	7 - 8	5 - 6	6,70 - 7,60
6.	Gustina na 20°C (293K)	JUS H.K8.026	D ₄ ²⁹³	1,25 - 1,30	1,18- 1,25	1,20 - 1,28
7.	Rastvorljivost u vodi	JUS H.K8.023		1:2 - 1:3	-	1:2 - 1:3
8.	Vreme očvršćavanja	JUS H.K8.025	sec	65 - 75	60 - 70	63 - 72
9.	Rok upotrebe pri sta- janju od +5 do +25°C (278 - 298K)	JUS H.K8.025	dan	45 - 60	35 - 50	45 - 55

ploča (a,b) a treća serija (c) je predstavljala uporedne (standarde) ploče. Fizička, hemijska i mehanička svojstva ispitivanja urađenih troslojnih ploča predstavljeni su u Tabeli 3.

Tabela 3 - Svojstva industrijski proizvedenih oglednih ploča iverica sa primenom OSFL5 veziva u sklopu UF veziva

Red. broj	Svojstvo ploče	Tip ploče	Jed. mere	Ogledna ploča (stand.)	Ogled.ploča UF-OSFL5-su	Ogled.ploča UF-OSFL5-su oba sloja istovremeno
1.	Debljina		mm	16	16	16
2.	Zapreminska masa		kg/m ³	763	756	774
3.	Čvrstoća na savijanje		N/mm ²	14,50	15,98	16,03
4.	Čvrstoća na raslojavanje		N/mm ²	0,63	0,69	0,73
5.	Debljinsko bubrenje		%	18,15	14,32	17,15

Kao što se sa tabele vidi svi pokazatelji ispitivanih svojstava urađenih oglednih ploča ukazuju na poboljšanje kvaliteta istih u odnosu na uporednu - standardnu ploču ivericu. Osim toga pokazalo se da ploče dobijene pri doziranju OSFL5 veziva u kompoziciji sa UF vezivom u obadva sloja istovremeno, pokazuju nešto bolja svojstva nego pri doziranju istog veziva samo u spoljni sloj.

3.0. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKO REŠENJE ZA KORIŠĆENJE OTPADNIH FURFURAL- NIH SMOLA KAO VEZIVA (OSFL) ZA PROIZVODNJU PLOČA IVERICA A U SKLOPU STANDARDNOG UREA-FORMALDEHIDNOG VEZIVA (UF) KAO NJEGO- VA DELIMIČNA ZAMENA U KOMBINACIJI UF-OSFL5

Kao krajnji rezultat i cilj laboratorijskog, poluindustrijskog i industrijskog istraživanja korišćenja otpadnih smolastih frakcija furfurala iz Fabrike celuloze i furfurala SOUR-a "Viskoza" - Loznica, kao veziva za proizvodnju drvnih ploča, usledio je predlog i izbor najpovoljnijeg tehničko-tehnološkog rešenja.

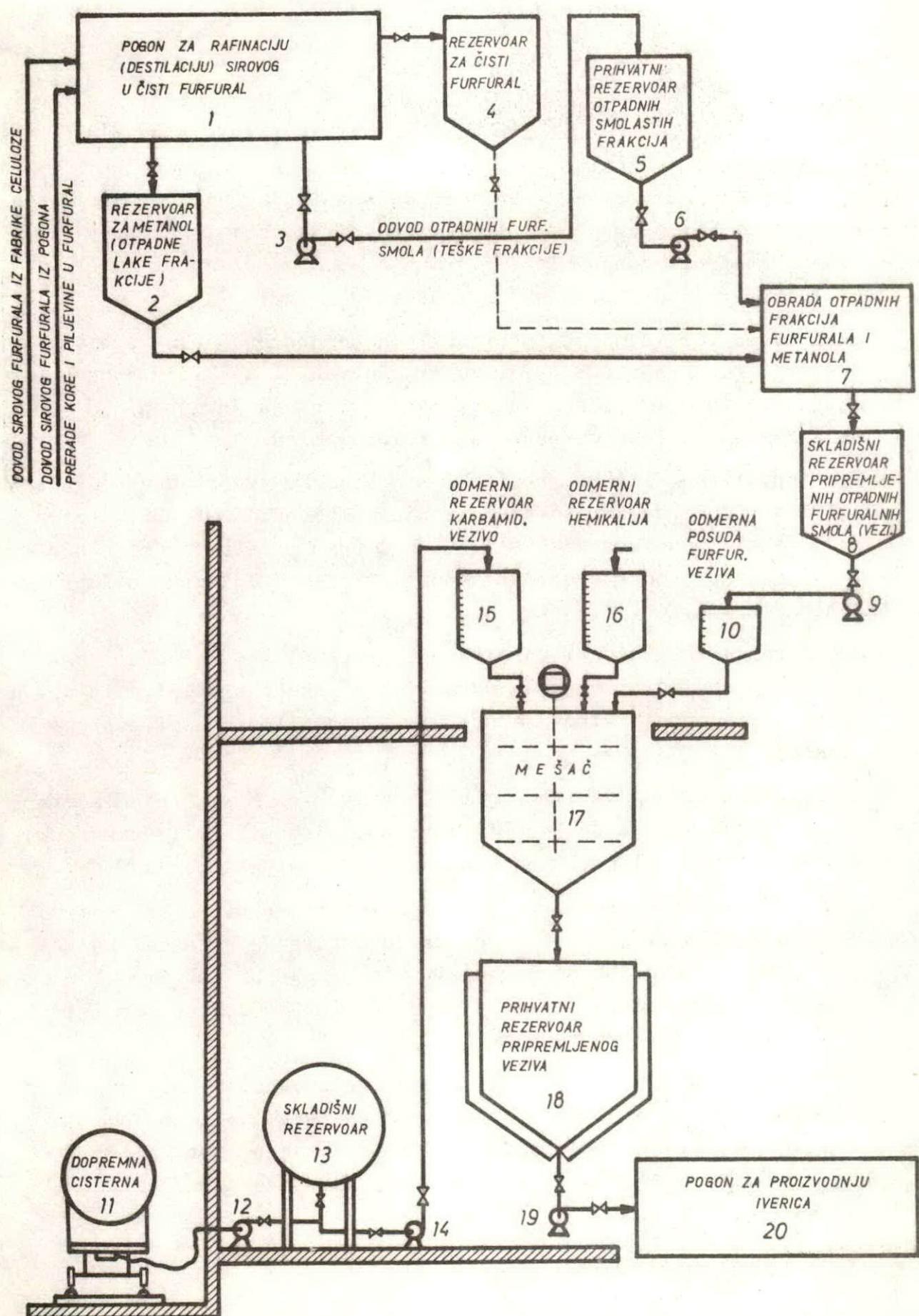
3.1. OPIS TEHNOLOŠKOG POSTUPKA PREDLOŽENOG REŠENJA ZA PRIMENU
OTPADNIH SMOLASTIH FRAKCIJA FURFURALA KAO VEZIVA - OSFL
ZA PROIZVODNju PLOČA IVERICA

Sirovi furfural iz Fabrike celuloze kao kondenzat gasnih proizvoda parne predhidrolize procesa proizvodnje celuloze i procesa parne predhidrolize kore i piljevine, dolazi na rafinaciju (destilaciju) u pogon (1), kao što pokazuje šematski prikaz Slike 1. Pri ovoj rafinaciji lake frakcije, niske tačke ključanja uglavnom metanolne, se izdvajaju u rezervoar (2), a teže frakcije visoke tačke ključanja - uglavnom 5 - metilfurfurala se izdvajaju iz zadnje kolone preko pumpe (3), u prihvativi rezervoar (5), takodje kao nečistoće koje su nepoželjne u čistom furfuralu koji se posle obavljenog prečišćavanja skladišti u rezervoaru za čisti furfural (4).

U dosadašnjem radu i lake i teže frakcije su odlazile u kanal otpadnih voda Fabrike celuloze i završavale u reci Drini, povećavajući na taj način izvore zagadjenja. Upotreba ovih bi stoga, u prvom redu imala značaj sa ekološke strane gledišta.

U narednoj fazi odelenje (7), vrši se obrada i priprema pomenutih otpadnih smolastih frakcija furfurala, tako da ove u sklopu urea-formaldehidnog (karbamidnog) veziva zadovolje sve tražene karakteristike standardnih veziva koja su u primeni (% suve materije, viskozitet, sadržaj formaldehida, pH-vrednost, rastvorljivost u vodi, vreme očvršćavanja, rok upotrebe).

Pripremljeno veziva na bazi furfuralnih otpadnih smola (OSFL), sa postignutim traženim karakteristikama se skladišti u skladišni rezervoar (8). U mešaču (17), se vrši mešanje standardnog urea-formaldehidnog (UF) veziva koje se doprema iz dopremne cisterne (11), preko pumpe (12), skladišnog rezervoara (13) i odmernog rezervoara (15), sa otpadnim smolama furfurala - OSFL vezivom, iz rezervoara (8), preko odmerne posude (10). U mešač se takodje dodaju i potrebni aditivi za regulisanje pH vrednosti i vremena očvršćavanja, smanjenja bubrenja, kao i voda. Izmešano UF i OSFL vezivo, zajedno sa dodatom vodom i aditivima, se skladišti u prihvativi rezervoar pripremljenog veziva (18), odakle se pumpom (19) prebacuje u mašinu za oblepљivanje u procesu proizvodnje drvnih ploča iverica (20).



SI.1. ŠEMATSKI PRIKAZ TEHNIČKO-TEHNOLOŠKOG REŠENJA
KORIŠĆENJA FURFURALNIH OTPADNIH SMOLASTIH FRAKCIJA
KAO VEZIVA ZA DOBIJANJE DRVNIH PLOČA-IVERICA

4.0. Z A K L J U Č A K

Posle svih dobijenih rezultata laboratorijskog, poluindustrijskog i industrijskog istraživačkog rada i eksperimentisanja vezanih za obradu i pripremu veziva na bazi furfurala i njegovih otpadnih smolastih frakcija kao UF-FL i UF-OSFL veziva, kao i njegovog korišćenja za proizvodnju ploča iverica a po predloženom tehničko-tehnološkom rešenju, može se zaključiti:

- Ispitivana veziva na bazi furfurala a pogotovo otpadne smolaste frakcije furfurala (OSFL), mogu se upotrebiti u sklopu standarnog urea-formaldehidnog veziva za proizvodnju drvnih ploča iverica jer su se ista pokazala kao kompatibilna.
- Sva ispitivana fizička, hemijska i mehanička svojstva urađenih oglednih ploča sa korišćenjem raznih kombinacija UF-OSFL veziva su pokazala poboljšanje kvaliteta u odnosu na standardne ploče izradjene samo od standardnog veziva što je i dokazano u fabričkim razmerama.
- Što hitnije realizovati dato tehničko-tehnološko rešenje i na taj način omogućiti do sada odbacivanih i neupotrebljivanih potencijalno dragocenih sirovina što bi se odrazilo kroz višestruke efekte:
 1. Proizvodnju kvalitetnijih ploča iverica korišćenjem novih tipova veziva na bazi furfurala i njegovih smolastih frakcija a u sklopu standardnog urea-formaldehidnog veziva.
 2. Finansijski efekti bi bili očigledni jer bi se kao vezivo za proizvodnju ploča iverica koristile do sada neiskoriščavane od otpadne smolaste sirovine, koje bi dobrim delom zamile standardna veziva čija se sinteza znatno zasniva i na uvoznim komponentama.
 3. Ekološki aspekti bili bi zadovoljeni u potpunosti jer bi se omogućila jedna potpuna i trajna primena i korišćenje dosadašnjih otpadnih materijala koji su predstavljali dobar deo postojećih izvorazzagadjenja čovekove sredine.

Miljković Jovan

Senić Radomir

PRIMENA ADHEZIVA NA BAZI LIGNOSULFONATA I FURFURIL
ALKOHOLA, ZA VLAKNATICE DOBIJENE MOKRIM POSTUPKOM

1.0. UVOD

Na tržištu ploča od usitnjenog drveta, mokri i suvi postupak izrade vlaknatica najviše su rašireni i prihvaćeni u svetu. Tvrda vlaknatica u opsegu džbljina 3-8 mm, još uvek se proizvodi najčešće mokrim postupkom (Screenback ili S1S). Do sada je u svetu izgradjeno oko 200 pogona po mokrom i oko 40 pogona po suvom postupku.

Suvi postupak koji je ponikao 60-tih godina u USA, prema tadašnjim uslovima pokazivao je niz prednosti u odnosu na mokri. Poskupljenje nafte započeto 1973. dostiglo je sadašnje velike razmere, pogadjajući u pogledu kapitalnih i proizvodnih troškova mnogo više suvi postupak, tako da mokri postupak proizvodnje poseduje dobre izglede za dalju eksploraciju.

Osnovni nedostatak mokrog postupka predstavlja velika količina vode, koja je sastavni deo cirkulacionog sistema procesa i od koje se jedan deo odvaja kao efluent. Potpuno zatvaranje cirkulacionog sistema, nije dalo zadovoljavajuće rezultate. Sa druge strane, korišćenje organskog sadržaja u efluentu (sa ciljem da se smanji zagadjenje vodotokova, a prečišćena voda vrati u proces) na bazi biološke obrade, hemijske precipitacije i uparanja, uz korišćenje koncentrovanog ostatka za stočnu hranu ili kao goriva, ekonomski je opravdano tek pri smanjenju količine efluenta na cca $5 \text{ m}^3/\text{toni}$ ploča i manje.

Smanjenje mehaničkih svojstava gotove ploče i jedan deo proizvodnih teškoća, potiče od povećanog sadržaja fenol-formaldehidnog adheziva u cirkulacionoj vodi i njegovog prerađenog očvršćavanja (4).

Pored kreiranja proizvodnih teškoća i kvalitetnih nedostataka gotovih ploča, ovaj deo neiskorišćenog veziva predstavlja i meru ekonomskih gubitaka skupog fenol-formaldehidnog prepolimera u procesu proizvodnje.

Danas vlada mišljenje, da rad u okviru ove problematike umesto uklanjanja posledica, treba usmeriti u pravcu izmena u samom pogonu, a posebno u oblasti primene adheziva. Niske cene nafte dugo vremena su sputavale istraživački rad na uvođenju novih veziva u industriji drvnih ploča, pa i ploča vlaknatica. Rezerve nafte kao fosilne sirovine su ograničene i sve manje odgovaraju povećanoj potrošnji u svetu, što se iskazuje brzim rastom cena njenih derivata. Fenol-formaldehidni adheziv čija se sinteza većim delom zasniva na proizvodima nafte, u jugoslovenskim okvirima pokazuje karakteristike uvoznog proizvoda podložnog političkim i ekonomskim kretanjima u svetu.

Dosadašnji ekonomski modeli bazirani na jeftinoj nafti i prilično ujednačeni u svetskim razmerama razbijeni su tako, da pojedine zemlje usvajaju sopstvena rešenja koja počivaju na lokalnoj situaciji, a opet dovoljno optimistička da obećavaju konkurentno učešće na sopstvenom i svetskom tržištu.

Sliku o pogodnom položaju pogona za proizvodnju tvrdih vlaknastica mokrim postupkom u sadašnjem ekonomskom trenutku i nedostacima pogonske proizvodnje u ekološkom pogledu, potrebno je zbog toga upotpuniti opštom težnjom drvne industrije ka sticanju veće autonomije u odnosu na petrohemijски kompleks i oslanjanju na sigurnije izvore domaćih hemijskih intermedijera.

Usled toga se istraživački rad u oblasti adheziva sve više okreće obnovljivim rezervama biljnih resursa. Posebnu pažnju zaslužuju nastojanja da se drvna industrija poveže u lanac kompatibilnih pogona, tako da otpad jednog pogona posluži kao sirovina za drugi pogon.

Ovakav pristup u povezivanju i saradnji pojedinih pogona drvne industrije, doprinosi njihovoј većoj autonomiji, boljem uklapanju u savremene ekološke zahteve i kompleksnijem iskorišćenju drvne mase.

Predhodni deo uvodnog izlaganja ukazuje, da su istraživanja primene novih adheziva u mokrom postupku opravdana, ukoliko dobijanje tih adheziva počiva na obnovljivim rezervama biomase, a njihova primena doprinosi rešavanju problema cirkulacije i korišćenja otpadne vode. Sem toga, fizičko-mehanička svojstva drvno vlaknastih ploča dobijenih upotrebom takvog veziva, moraju zadovoljavati standardne zahteve.

Medju hemijskim jedinjenjima koja mogu obaviti adhezivnu funkciju, posebnu pažnju sa stanovišta iznetih zahteva privlače:

1. Lignosulfonati iz otpadnog luga sulfitnog procesa pulovanja drveta i
2. Furfuril alkohol koji se dobija hidrogenacijom furfurala - sporednog proizvoda predhidrolize drveta u proizvodnji viskoze.

Dok je furfuril alkohol u monomernom stanju, pa je potrebno sintetizovati iz njega adheziv kontrolisanih osobina, lignosulfonati predstavljaju već delimično umrežene fragmente makromolekula lignina te je izbegнута фаза синтезе адхезива.

Zbog toga, bilo je od interesa u ovom radu utvrditi mogućnost primene navedenih jedinjenja kao adheziva za drvne ploče vlaknatice.

2.0. Eksperimentalni deo

Pristup istraživanju i razvijanju potencijalnog termostabilnog adheziva za tvrde drvno-vlaknaste ploče dobijene mokrim postupkom, obuhvata hronološke stupnjeve njegove pripreme, a zatim primene na adherent - vlakna. Osnovni stupnjevi su: - izbor monomera, - sinteza adheziva /prepolimera/ iz monomera, - mešanje adheziva i vlakana, - izrada drvno-vlaknastih ploča i - provera adhezivne funkcije preko svojstava ploča. Na pojedinim stupnjevima, istražuju se osobine i ponašanje adheziva koji su od interesa za ulogu lepljenja i kvalitet ostvarene veze izmedju vlakana.

Tri su osnovna zahteva koja monomer ili intermedijer moraju ispuniti na svom putu ka uspešnom obavljanju adhezivne funkcije. Monomer na prvom mestu mora pokazati sklonost da polimerizuje /odnosno kopolimerizuje/ dajući prepolimer male molekulske mase, sa reproduktivnom stabilnom strukturom i svojstvima. Ne postoji posebna ograničenja u pogledu polikondenzacije, sem činjenice da se ona mora izvesti na način koji obezbedjuje reproduktivnost i proizvod određenih svojstava, koji se može skladiti i zatim koristiti. Ovakav prepolimer mora nadalje da bude sposoban da reaguje sam sa sobom ili drugim ingredientima kako bi se dostiglo stanje visoke umreženosti, pod uslovima koji se primenjuju za vezivanje drvnih vlakna u mokrom postupku. Tokom interakcije prepolimera i vlažnih vlakana suspendovanih u vodi, potrebno je razviti dobru primarnu adheziju- adsorbciju, tako da prepolimer ostane u sastavu formiranog vlaknastog tepiha.

Krajnja umrežena struktura adheziva u uradjenoj ploči, mora ostvariti vezivanje vlakana koje će zadovoljiti standardne zahteve, što se utvrđuje fizičkim i mehaničkim svojstvima ploče.

Kada se raspolaže sa gotovim prepolimerom, kao što je to slučaj sa lignosulfonatima, prvi stupnjevi ponuđene pripreme su gotovi.

2.1. Materijali

Puferovan otpadni lug dobijen iz kalijum bisulfitnog postupka pulpovanja četinara /uglavnom smrča/, koncentrovan je prethodnim uparavanjem. Ovakav sirovi lug, sa sadržajem lignosulfonata /LS/ može se koristiti direktno kao adheziv za ploče /5/.

Osobine LS luga bile su sledeće:

- suvi ostatak /A₁/ % ----- 50
- oborljivost /A₂/ % ----- 31

Osobina furfuril alkohola da gradi azeotropnu smešu sa vodom, stalne temperature ključanja od 372 K, korišćena je za sintezu niskoviskoznog furfuril-alkoholnog prepolimera /FA/, koji je zatim neutralisan i izdvojen vakum destilacijom /6,7/.

Viskozitet, gustina, suvi ostatak i hidroksilni broj sintetizovanog adheziva regulisani su količinom kiselog katalizatora i vremenom reagovanja. Osobine furfuril alkoholnog adheziva za impregnaciju ogledne serije ploča, bile su sledeće:

- viskozitet /mPa·s/ ----- 92,0
- gustina /D₄²⁹³/ ----- 1,181
- suvi ostatak /A₁/ % ----- 80,9
- oborljivost /A₂/ % ----- 79,1
- hidroksilni broj /B_{OH}/ ----- 219,1

Fenol-formaldehydni adheziv /FF/ primjenjen za impregnaciju uporedne serije ploča, bio je komercijalnog tipa BF - 30 /TOZD/ i sledećih osobina:

- viskozitet /mPa·s/ ----- 370,0
- gustina /D₄²⁹³/ ----- 1,192
- suvi ostatak /A₁/ % ----- 42,4
- oborljivost /A₂/ % ----- 30,1

kao sirovina za izradu vlakana, korišćena je domaća bukovina /*Fagus Moesiaca*/, koja je nakon okoravanja usitnjena u sečku srednjih dimenzija 20 x 5 x 5 mm. Sečka je hidrotermički obradjena u autoklavu na 473 K i pri hidromodulu 2,0. Obradjena sečka defibrirana je na mlinu tipa "Condux - LV15/M". Dobijena vlaknasta masa srednjeg stepena mlevenja od 12°SR, korišćena je u daljem radu.

2.2. Prethodna ispitivanja adheziva

2.2.1. Merenje koagulacije

Bilo je od važnosti odrediti primarnu adheziju, odnosno koagulaciju adheziva na vlakna tokom operacije impregnisanja vlakana u vodenoj suspenziji. Koagulacija je odredjena količinom adheziva zaostalog na vlaknima tepiha formiranog tokom filtracije. Istovremeno, koagulacija predstavlja meru iskorisćenja adheziva, a sa druge strane meru zagajenja cirkulacione i otpadne vode.

Standardna metoda odredjivanja oborljivosti sastoji se od podešavanja pH-vrednosti razblaženog adheziva do 4 - 4,5 pomoću $\text{Al}_2/\text{SO}_4/_{\text{3}}$, a zatim filtriranja smeše kroz osušen i izmeren filter papir. Talog sa papirom se suši na 408 K do konstantne mase. Na bazi razlike masa izračuna se oborljivost.

Meru koagulacije predstavlja razlika suvog ostatka i oborljivosti adheziva. Ova razlika za LS adheziv iznosi 19%, za FF adheziv 12,3%, a za FA adheziv 1,8%. Rezultati oborljivosti provereni su simuliranjem impregnacije i filtriranja na uredjaju Shopper - Riegler-a, a zatim odredjivanja suvog ostatka u filtratu slepe probe i probe sa adhezivom.

2.2.2. Merenje vremena želiranja

Naredni parametar od interesa, predstavlja vreme želiranja koje ukazuje da li je adheziv sposoban da očvrste u datim uslovima vrelog presovanja, te da li je potrebno podešavati osobine adheziva i režima presovanja.

U konkretnom slučaju, temperatura vrele prese od 483 K bila je nužna radi korišćenja samolepljivih osobina vlažnih vlakana u što kraćem vremenu presovanja.

Vreme želiranja LS i FF adheziva na temperaturi presovanja i pri pH vrednosti 4,5 pokazuje, da se umrežavanje odvija unutar željenog intervala od 3,5 minuta. Vreme želiranja FA adheziva pri istoj pH vrednosti, prelazi 5 minuta. Smanjenjem pH vrednosti na 4,0 vreme iznosi manje od 3,5 minuta.

2.3. Postupak izrade ploča

Impregnacija vlakana adhezivom, obavljena je u 1% vlaknastoj suspenziji pripremljenoj u gravitacionom nuču. Masa potrebnog adheziva odredjena je u *attre/attre* odnosu prema masi vlakana u nuču.

Nakon dodatka adheziva, pH vrednost suspenzije podešena je pomoću 15% rastvora $\text{Al}_2/\text{SO}_4/3$ na 4,5, sem za FA adheziv, gde je iznosila 4,0. Ispuštanjem filtrata iz nuča, na mrežici je formiran vlaknasti tepih. Sirova ploča relativne vlažnosti 32% dobijena je cedjenjem tepiha u hladnoj presi na 1,5 MPa.

Sirove ploče piezotermički su obradjeće u vreloj presi na temperaturi od 483 K po sledećem režimu:

- cedjenje 1,5 minuta na 50 MPa.
- sušenje 4,5 minuta na 10 MPa.
- kaljenje 3,8 minuta na 35 MPa.

u ukupnom trajanju od 9,8 minuta.

Po završenom vrelom presovanju, drvno-vlaknaste ploče naknadno su termički obradjene u struji vrelog vazduha temperature 433 K tokom 2 časa.

2.4. Svojstva gotovih ploča

Dobijene tvrde drvno-vlaknaste ploče bile su nazivne debljine 3,2 mm i tipa SIS /Screenback/.

Primenjena ispitivanja gotovih drvno-vlaknastih ploča, odabrana su u cilju dobijanja informacija u odnosu na količinu i vrstu primjenjenog adheziva, obzirom da su ostali parametri održavani konstantnim u najvećoj mogućoj meri. Osnovu ovoga rada čini uporedna analiza svojstava, koja uspostavlja neophodnu korelaciju za donošenje zaključaka. U pogledu fizičkih i mehaničkih svojstava, gotove ploče su ispitane prema metodama jugoslovenskih standarda za tvrde ploče vlaknatice.

Naken odbacivanja ivičnih lajsni širine 30 mm, iz gotovih ploča sečene su epruvete i na njima obavljena potrebna ispitivanja.

Ploče ogledne serije koje su radjene sa lignosulfonatima nose osnovnu oznaku LS, a sa furfuriil alkoholnim adhezivom FA, dok ploče uporedne serije radjene sa komercijalnim fenol-formaldehidnim adhezivom nose oznaku FF. Broj ploče u indeksu istovremeno predstavlja i količinu dodatog adheziva u procentima /na primer oznaka FF₄ ukazuje na ploču radjenu sa dodatkom fenol-formaldehidnog adheziva u količini od 4%. Osnovna ploča bez dodatka adheziva, nosi samo oznaku 0.

Rezultati ispitivanja svojstava vlaknatica sa LS adhezivom prema JUS.D.Al.083, 085, 087 i 084 prikazani su u tabeli 1.

Svojstva vlaknatica sa sadržajem FA i FF adheziva, prema pomenutim standardima i standardu JUS.D.Al.086 prikazani su u tabeli 2 i dijagramima 1 i 2.

Fizička i mehanička svojstva
vlaknatica radjenih sa LS adhezivom

Tabela 1

Oznaka ploče	Zapreminska masa kg/m ³	Vlažnost W %	Savojna čvrstoća G N/mm ²	Upijanje vode po masi U gr %	Debljin bubren B _{dr} %
0	942	5,2	35,2	55,0	39,5
LS ₅	930	5,5	40,5	55,0	40,2
LS ₁₀	915	6,1	41,0	44,3	39,1
LS ₁₅	925	5,9	49,5	42,0	35,0

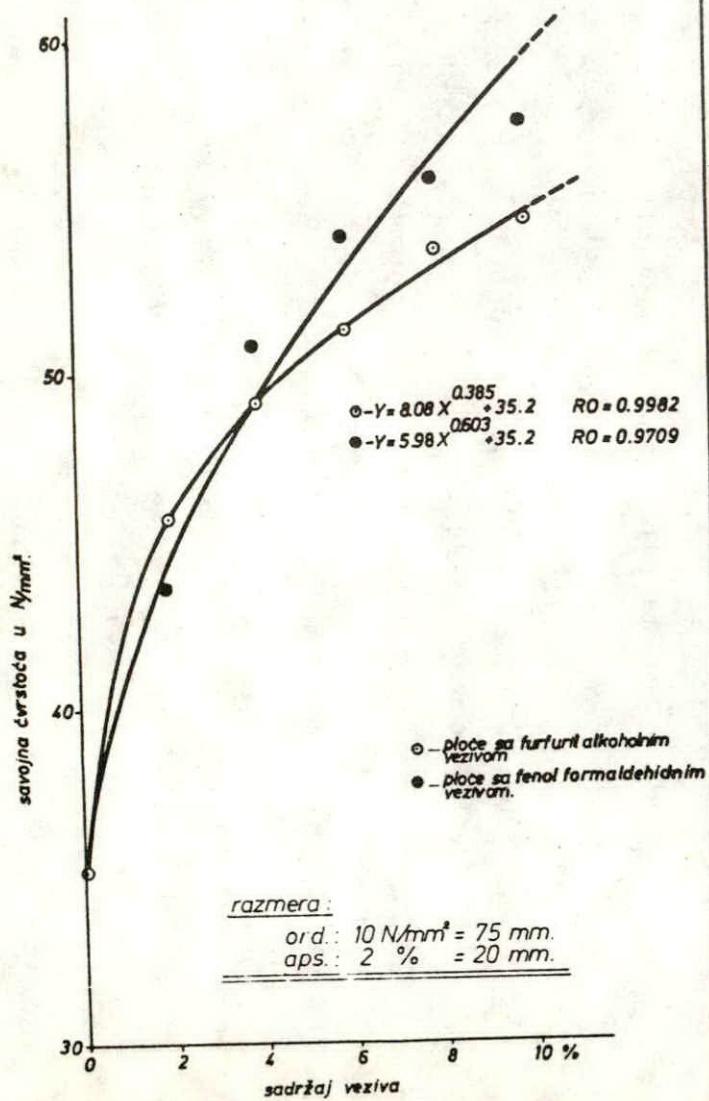
Fizička svojstva vlaknatica radjenih
sa FA i FF adhezivom

Tabela 2

Oznaka ploče	Zapreminska masa kg/m ³	Vlažnost W %	Upijanje vode po masi U gr %	Debljins bubren B _{dr} %
0	942	5,2	55,0	39,5
FA ₂	926	5,7	34,4	25,4
FA ₄	935	5,7	28,2	21,5
FA ₆	929	4,6	27,4	20,2
FA ₈	947	5,5	24,6	18,0
FA ₁₀	920	5,4	20,1	14,7
FF ₂	975	4,8	31,7	23,0
FF ₄	979	5,1	27,5	20,9
FF ₆	975	4,5	25,3	17,3
FF ₈	930	5,1	23,0	15,2
FF ₁₀	952	4,8	22,2	14,9

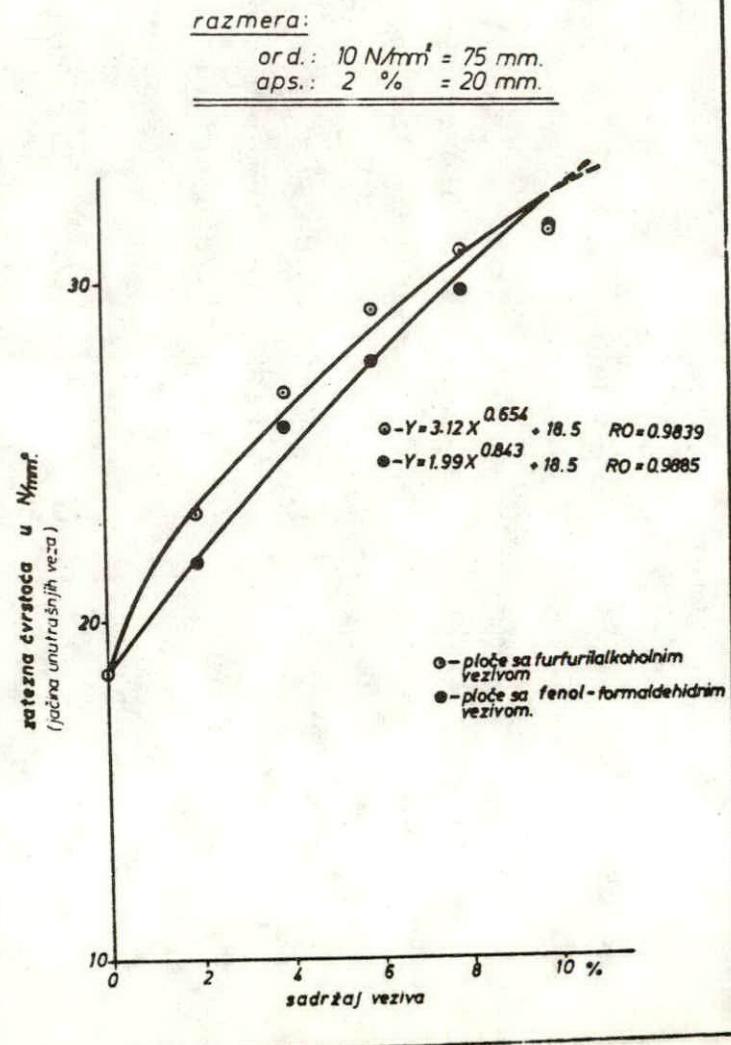
dijagram 1.

UTICAJ SADRŽAJA VEZIVA NA SAVIJNU ČVRSTOCU PLOČA



dijagram 2.

UTICAJ SADRŽAJA VEZIVA NA ZATEZNU ČVRSTOCU PLOČA



3.0. Diskusija i zaključci

Kao predmet ispitivanja u ovom radu, odabrani su LS i FA kao potencijalni adhezivi za vlaknaticе dobijene mokrim postupkom, a zatim su uporedjeni sa komercijalnim FF adhezivom.

Razlozi ovog izbora leže u činjenici, da su oba potencijalna adheziva bazirana na otpadnim ili sporednim proizvodima prerade obnovljivih resursa - drveta. Pored toga, oba adheziva zahtevaju visoke temperature očvršćavanja, pri vremenu presovanja i pH vrednostima prihvatljivim u drvenoj industriji. Zbog toga oni nisu na ovom stupnju istraživanja pogodni za suve postupke proizvodnje iverica i vlaknatica /sem u smešama/, dok im temperatura presovanja od 483 K u mokrom postupku odgovara.

U nizu radova K. C. Shena /FPL, Canada/, koriste se na primer temperature od 483 K do 503 K i jako kisela sredina, kako bi LS očvrsnuli u "wafer" iverici.

Ove temperature praktično zalaže u oblast pirolize drveta, a zbog niske pH vrednosti /hidroliza iverja/ iverje se prethodno mora oblagati parafinom. Trajnost ovakvih ploča u eksploataciji je diskutabilna. Za FA prepolimer je takođe poznato, da očvršćava na temperaturama od 453 - 473 K u umereno kiseloj sredini /8/.

Ogledna serija ploča radjenih sa LS adhezivom kao i ostale ploče u ovom radu, prema zapreminskoj masi spadaju u tvrde drveno-vlaknaste ploče u odnosu na JUS.D.C5.022. Savojna čvrstoća LS ploča pokazuje porast sa dodatkom adheziva od 0 do 15%. Pri tome, porast je relativno mali pri dodatku 5 i 10%, ali dovoljan da sve uradjene ploče pripadaju I klasi prema ponutom standardu. Upijanje vode LS ploča znatno prelazi dozvoljene granice Jugoslovenskih standarda, propisa FAO organizacije UN i ISO standarda; što se može reći i za izuzetno visoke vrednosti debljinskog bubrenja /tabela 1/.

Sa dodatkom FA i FF adheziva /dijagram 1/ raste i savojna čvrstoća ploča. Ova zavisnost pripada istoj porodici krivih linija paraboličnog tipa $y = ax^b + c$. koeficijent korelacije /0,99 i 0,97/ ukazuje na dobru saglasnost eksperiment-

talnih tačaka sa odgovarajućim polinomom. Srednja vrednost porasta savojne čvrstoće iznosi 2 N/mm^2 pri dodatku 1% adheziva. Kod obe adheziva porast čvrstoće je veći do 4% dodatka.

Vrednost savojne čvrstoće propisane Jugoslovenskim standardom JUS D.C5.022 za prvu klasu tvrdih vlaknastih ploča nazivne debljine 3,2 mm dostignuta je u ovom radu dodatkom od 2% FF a takodje i FA adheziva. Sem toga savojna čvrstoća ploča FF_2 i FA_2 leži u sredini opsega određenog propisima FAO Organizacije Ujedinjenih nacija.

Zapreminska masa uradjenih ploča kreće se takodje u opsegu propisanom od strane FAO i JUS D.C5.022. Manja variranja savojne i zatezne čvrstoće u odnosu na postavljenu korelaciju, mogu se pretumačiti delimičnom razlikom u zapreminskoj masi ploča.

Zavisnost zatezne čvrstoće ploča od sadržaja FA i FF adheziva, pokazuje takodje paraboličnu korelaciju i prikazana je na dijagramu 2. U opsegu ispitivanja od 0 do 10% dodatog adheziva, zatezna čvrstoća ploča sa FA adhezivom veća je od zatezne čvrstoće /jačine unutrašnjih veza/ ploča sa FF adhezivom. Pri manjim koncentracijama adheziva, zatezna čvrstoća FA ploča brže raste u odnosu na FF ploče, a pri većim koncentracijama taj rast je veći kod ploča sa oznakom FF. Ukupan porast zatezne čvrstoće u ispitivanom opsegu iznosi oko 13 N/mm^2 za obe vrste ploča, što ukazuje da se kroz jačinu unutrašnjih veza, uloga adheziva jasnije ističe, nego kroz druga mehanička svojstva. Jugoslovenskim standardom nije određena vrednost zatezne čvrstoće za ovaj tip ploča. Propisima organizacije FAO definisan je opseg od $20,6 - 39,2 \text{ N/mm}^2$. FA kao i FF ploče postižu propisani opseg već pri dodatku od 2% adheziva.

Upijanje vode i deblijinsko bubrenje FA ploča ogledne serije, a takodje i FF ploča uporedne serije pri potapanju u vodu, smanjuje se sa povećanjem adheziva, što se vidi iz tabele 2. U odnosu na granične vrednosti za upijanje propisane JUS.D.C5.022, ploče tipa FA dostižu drugu klasu kvaliteta pri sadržaju adheziva od 4%, a prvu klasu pri sadržaju od 8%. Isto zapažanje može se izvesti za FF ploče uporedne serije. Upijanje vode FA i FF ploča koje sadrže više od 4%

adheziva, odgovara dozvoljenom upijanju koje je propisala Organizacija FAO Ujedinjenih nacija. U odnosu na ISO standarde koji daju širok opseg do 40%, sve uradjene ploče zadovoljava ju.

Debljinsko bubrenje pri potapanju u vodu kod svih uradjenih ploča veće je od propisanih graničnih vrednosti Jugoslovenskog standarda, izuzev ploča FA₁₀ i FF₁₀ koje se mogu svrstati u I klasu i ploče FF₈ koja pripada drugoj klasi kvaliteta. ISO standardi dopuštaju bubrenje do 30%, pa su sve uradjene ploče zadovoljavajućeg kvaliteta.

Sama činjenica da se upijanje i debljinsko bubrenje smanjuju dodatkom FA i FF adheziva za cca 10%, upućuje na značajno učešće termoreaktivne umrežene strukture u formiranju hidrofobnih osobina ploča. Pored toga, ova se svojstva ploče nadalje mogu popraviti dodatkom hidrofobnih aditiva.

Visoka vrednost za upijanje vode i debljinsko bubrenje kod LS ploča, može se pripisati stepenu sulfoniranja postupka. Ugljene hidrate potrebno je prethodno ukloniti, kao izrazite humektante. Polimerizacija lignosulfonata nije jednostavna, jer oni podležu desulfoniranju i internoj kondenzaciji.

Pored toga, porast savojne čvrstoće LS ploča pri dodatku 5 i 10% adheziva, ukazuje da je potrebno dodati veću količinu otpadnog luga u vodenu suspenziju vlakana. To se tumači /2.2.1./ velikom razlikom suvog ostatka i oborljivosti u primeni ovog adheziva i shodno tome, gubitkom dela adheziva kroz filtrat - cirkulacionu i otpadnu vodu. Ovaj nedostatak smanjuje učešće LS u formiraju mehaničkih svojstava ploče, a sa druge strane uslovjava prisustvo LS u efluentu koji je mnogo više zagadjen nego primenom FF, a pogotovo FA adheziva.

Izvesno je da smanjenje pomenutih problema i kvalifikovanost LS adheziva za mokri postupak, treba tražiti u njegovoj daljoj preradi. Na prvom mestu otpadni sulfatni lug potrebno je osloboediti pratećih jedinjenja i odabrat uži opseg molekulskih masa lignosulfonata /na primer elektro-dijalizom/

U tom smislu, izražena je prednost sintetizovanog FA polimera dobijenog u kontrolisanim uslovima. Šta više, uslovi sinteze mogu se podešavati u cilju obezbeđenja potrebnih osobina makromolekula.

Izuzetna polarnost monomernog furfuril alkohola /što je bio dodatni uslov njegovog izbora/ obećavala je dobru primarnu adheziju FA prepolimera na vlakna. Iz male razlike suvog ostatka i obojljivosti uočljivo je da su se predviđanja ostvarila, ali je tokom rada zapažena pojava neravnomernog rasporeda FA na vlakna sa povećanjem njegovog viskoziteta. Podešavanjem uslova sinteze i impregnacije, dobijeni niskoviskozni FA prepolimer pravilno se rasporedjivao na vlakna u vodenoj suspenziji, a pri tome je zadržao svojstvo dobre primarne adhezije.

Sa stanovišta mehaničkih svojstava ploča, kao i čistoće cirkulacione i otpadne vode mokrog postupka, najpogodnija svojstva od ispitivanih adheziva pokazuje FA prepolimer.

Prof.dr Š. Kopitović, Institut za topolarstvo, Novi Sad
Dipl.ing. M. Kuzminac, FCP"Matroz", Sremska Mitrovica
Dipl.ing. Z. Radović, FCP"Matroz", Sremska Mitrovica

MOGUĆNOST SUPSTITUCIJE ČETINARSKE CELULOZE CELULOZOM MEKIH LIŠCARA U PROIZVODNJI BAZNIH PAPIRA ZA LAMINATE

SAŽETAK

Rad predstavlja deo istraživanja koja tretiraju problematiku korišćenja drvne sirovine na bazi mekih liščara za potrebe celulozno-papirne industrije. Povećanje korišćenja mekoliščarskih vrsta u smislu što šire upotrebe od njih dobijenih vlaknastih polufabrikata za proizvodnju papira, tendencije su savremene tehnologije, i to u skladu sa ciljevima obezbedjenja optimalnih uslova za povišenje proizvodnosti na osnovu ekonomski opravdanih i visokoefektivnih tehnoloških postupaka.

UVOD I OBRAZLOŽENJE RADA

Gotovo u čitavom svetu je prisutna deficitarnost prirodnog furnira "plemenitih" vrsta drveta za oblaganje nameštaja i drugih konstruktivnih i transportnih elemenata. U nizu mogućnosti oblaganja - oplemenjavanja površina nameštaja, umesto furnira najčešće se koriste dekorativni impregnisani papiri sa imitacijom drveta ili drugim dekoracijama. Tački papiri se u daljem postupku koriste za izradu dekorativnih laminata, ili se njima direktno oblažu površine i rubovi pločastih materijala, uključujući i druge mogućnosti upotrebe.

Za dobijanje dekorativnih laminata koriste se različite vrste papira (Dekor, bazni, zaštitni, Barier i dr.) i impregnišu se odgovarajućim kompozicijama rastvora i disperzija reaktoplasta, odnosno otopljenim reaktoplastima i monomerima. U sistemu operacija impregnacije papira razradjene su linije i postupci u zavisnosti od specifičnosti tehnologije i potrebnih osobina impregnisanih papira.

Prilikom impregnacije papira, čiju kompoziciju u osnovi čini

celuloza, dolazi ne samo do zapunjavanja pora i kapilara polimerom - vezivom, nego i do njegovog prodiranja u sama vlakna [1,2,3,4], što prouzrokuje bubrenje papira i time promene dimenzija pora i kapilara. Čvrstoća takvog papira u mokrom stanju vrlo je mala, pa se zbog toga koriste razni dodaci da bi bubrenje bilo što je moguće niže. Za tu svrhu služe posebni rastvarači, na pr. alkoholi. Međutim, da bi se zadržao odgovarajući intenzitet "kvašenja" koriste se razna površinski aktivna sredstva, čiji unos može biti u kompoziciji polimera za impregnaciju, ili u papirnu masu prilikom proizvodnje papira.

Dakle, tehničke karakteristike papira za impregnaciju razlikuju se i zavise od njihove funkcionalne uloge u budućem proizvodu (laminatu).

Za razliku od drugih papira, u kompoziciji dekorativnih laminata bazni papir je posebni vid Kraft-papira sa izraženim mehaničkim osobinama i odgovarajućom mogućnošću upijanja tečnosti. Izradjuje se uglavnom od nebeljene sulfatne celuloze i impregniše fenolformaldehidnim oligomerima. Za predmetnu namenu površinska masa (gramatura) papira je najčešće između 80 i 200 g/m², što zavisi od tehnoloških faktora. Ipak, čini se da je optimalna površinska masa baznog papira za laminate 150 do 160 g/m². U slučaju direktnog oblaganja, na pr. furnirskih ploča (ploče tipa OPLATA), gramatura papira je niža.

U našim uslovima uobičajena je izrada baznog papira od nebeljene sulfatne celuloze sa unosom vlakana četinarske celuloze 40 do 50%, a preostali deo čine vlakna nebeljene bukove sulfatne celuloze. Novijim istraživanjima, odnosno radovima koji tretiraju problematiku nastajanja papirnog lista, pokazalo se da dužina kidanja i savijanja ne zavise samo od dužine vlakana i da za određene svrhe kod zadanih tehnoloških uslova rada mogu nastati dobri papiri i od kratkih vlakana drveta lišćara [5]. Radovima Mühlstepha i Runkela ističe se prihvatljiv kriterijum za ocenu vrednosti neke biljne sirovine za potrebe proizvodnje papira, gde značajnu ulogu ima debljina zida i prečnik lumena celije vlakna. Naime, vlakna debljih zidova sa uskim lumenima daju obradom vlakna cevastog oblika male dodirne površine u papirnom listu; dok vlakna

tankih zidova sa velikim lumenima daju obradom vlakna vrpčastog oblika i zbog toga stvaraju velike dodirne površine u papirnom listu. Sve ovo se naravno odražava na mehaničke osobine papira.

Zbog takvih osobina, u procesu formiranja papirnog lista, pod istim uslovima rada smatra se da je drvo topole u tehnološkom smislu povoljnija sirovina u izradi polufabrikata za papir u odnosu na bukovo drvo.

Prihvatajući ovu činjenicu i odredjena sopstvena iskustva u dosadašnjem radu, pristupilo se ispitivanjima u smislu moguće zamene, u izvesnom stepenu, četinarske celuloze celulozom na bazi mekih lišćara u proizvodnji baznih papira za laminate i to u sledećim relacijama unosa vlakana (meki lišćari u odnosu na četinar): 50:50; 60:40; 70:30; 80:20. Kod svih relacija unosa celuloznih vlakana papirni listovi su izradjeni u gramaturama: 50, 80, 100, 150 i 180 g/m^2 .

MATERIJAL I METODIKA RADA

U uvodnom delu je već istaknuto da kompoziciju baznih papira čini nebeljena sulfatna celuloza i to 40 do 50% četinarska i preostali deo bukova celuloza.

Neposredno pre opredelenja na kombinacije u smislu supstitucije četinarske celuloze celulozom mekih lišćara izvršene su analize postojećeg asortimana baznih papira i to u gramaturama: 45, 80, 100, 150 i 180 g/m^2 . Prosečni unos vlakana (utvrđeno mikroskopijom) je 46% četinarska i 54% bukova sulfatna celuloza. Sadržaj pepela se kreće u intervalu od 1,0 do 1,3% i sadržaj vlage izmedju 7 i 8%. Dužina kidanja varira od 3500 do 5800 m, (prosek), s tim što je uočena tendencija smanjenja dužine kidanja sa povećanjem gramature. Otpor na probijanje i otpor na cepanje su u blagom porastu sa povećanjem gramature papira. Kapilarno upijanje vode se kreće izmedju 20 i 40 mm/5min i nije ustanovljena neka egzaktna zavisnost od promene gramature papira u postojećim relacijama. Jačina mokrog kidanja je u području 2,0 do 5,5 N, tj. sa povećanjem gramature povisuje se jačina mokrog kidanja papira.

Nakon ovih analiza pristupilo se laboratorijskoj izradi pokusnih papirnih listova sa postepenim povećavanjem unosa celuloznih vlakana drveta mekih lišćara i smanjenjem unosa vlakana četinarske celuloze i to u relacijama kako je već u uvodnom delu istaknuto.

Kao polazni polufabrikati uzeti su: nebeljena sulfatna celuloza na bazi mekih lišćara i sulfatna četinarska celuloza, čija se svojstva prikazuju u narednom pregledu (tabela 1).

Tabela 1. Prikaz svojstava celuloze

Svojstvo	Celuloza mekih lišćara		Cetinarska celuloza	
Mikroskopija (analiza)	80% topola, 10% breza, 10% bukva		100% četinar (smrča)	
Kappa broj	13,67		35,51	
Sadržaj pepela, %	1,24		0,70	
M e h a n i č k a s v o j s t v a				
Trajanje mlevanja (min)	0	30	0	30
Stepen mlevenja (^o SR)	19	31	13	29
Dužina kidanja (m)	1798	5665	698	7951
Faktor probijanja	29	67	106	143
Faktor cepanja	9	41	5	68
Broj dvostrukog savijanja (n)	0	157	0	1475
Gramatura (g/m ²)	70,8	67,6	71,6	74,5
Debljina (mm)	0,130	0,097	0,167	0,120
Zapreminska masa (kg/m ³)	544	696	426	620
Belina EL R-46 (%)	40,5	35,5	28,6	26,4

Mikroskopska analiza sastava lišćarske celuloze pokazuje da istu ne čine u potpunosti vlakna mekih lišćara, nego u kompoziciju učestvuju 10% celulozna vlakna breze i 10% vlakna bukve. Znači, učešće celuloznih vlakana topole, kao mekog lišćara, je 80% i kao takvo presudno utiče na osobine kompozicije lišćarske celuloze, i isto tako na svojstva papira kod promene

relacija unosa celuloznih vlakana (meki lišćari i četinar). Iznosno je, da bi kod 100%-nog učešća celuloznih vlakana topole, za deo lišćarske celuloze u kompoziciji papira, došlo do određenih promena u svojstvima papira, ali ne u osnovi i do pogoršanja tih svojstava. S druge strane, zbog prisustva i zastupljenosti osim topole i drugih lišćarskih vrsta kao raspoložive sirovine, sasvim je izvesno da će vrlo retko kompoziciju lišćarske celuloze u potpunosti činiti vlakna topolovog drveta.

Prema tome, ovakvo opredelenje je bilo zastupljeno u toku predmetnih istraživanja, ali u definisanju relacija unosa celuloznih vlakana u kompoziciju papira prihvaćeno je kao meki lišćari i četinar, zbog pretežnog učešća vlakana topole u delu lišćarske celuloze.

Mlevenje celuloze je izvršeno u Jokro mlinu, a formiranje listova na Blattbildner-u sistema Rapid-Köthen. Formiranje papirnih listova, na bazi predvidjenih unosa obe vrste celuloze, obavljen je takođe na pomenutom Blattbildner-u. Kislost, odnosno pH vrednost suspenzije vlakana za formiranje listova papira regulisana je dodatkom rastvora $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ i uz prosečni stepen mlevenja kompozicije vlakana 26 do 29 °SR.

Kod svake zadane varijante uradjeno je po osam listova - uzraka, od kojih je po pet ispitano u laboratoriji za određivanje fizičkih i mehaničkih svojstava (po SCAN-standardima) i to nakon klimatizacije u normalnim uslovima.

REZULTATI I ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA

Kod svih zadanih varijanti unosa vlakana, gramature papirnih listova su u tolerantnim granicama odstupanja u odnosu na zadane veličine. Obzirom na namenu baznog papira, za ovu priliku, prikazuju se i analiziraju rezultati samo za ona svojstva, koja su neposredni pokazatelji kvaliteta papira predmetne namene i to: dužina kidanja, jačina mokrog kidanja i kapilarno upijanje vode. Inače, uradjene su kompletne analize fizičkih i mehaničkih svojstava papira kod svih varijanti. Rezultati pomenutih svojstava prikazuju se tabelarno i dijagramske (tabela 2 i slike: 1,2,3).

TABELA 2. - Osnovna fizička i mehanička svojstva baznih papira

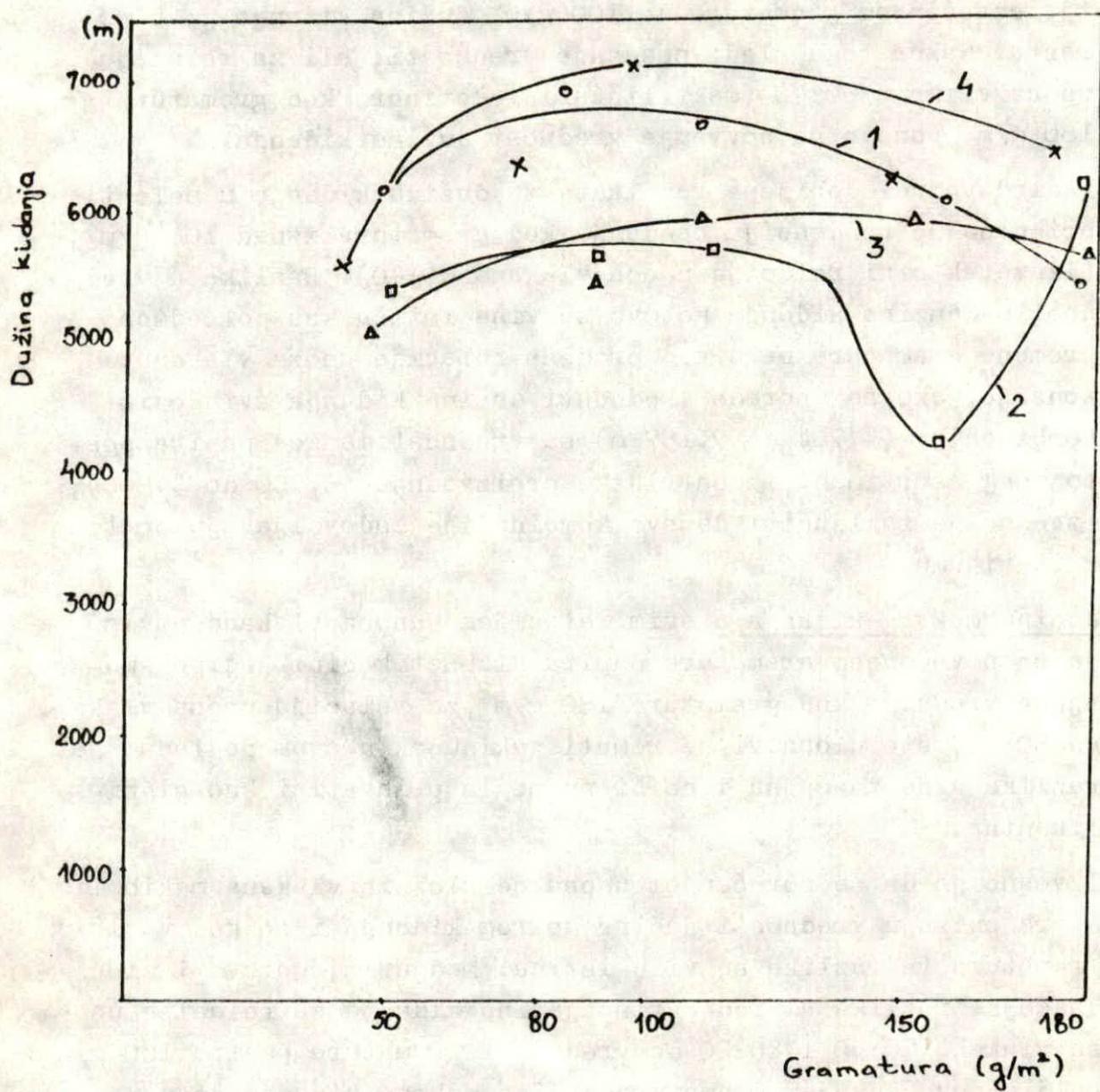
Svojstvo	Unos celuloznih vlakana (meki lišćari i četinar)																			
	50 : 50					60 : 40					70 : 30					80 : 20				
	Površinska masa (gramatura)										u g/m ²									
	50	80	100	150	180	50	80	100	150	180	50	80	100	150	180	50	80	100	150	180
Dužina kidanja (m)	6.183	6.961	6.712	6.105	5.433	5.350	5.727	5.744	4.784	6.214	5.065	5.491	5.944	5.916	5.759	5.815	6.645	7.157	6.279	6.474
Jačina mokrog kidanja (N)	2,6	5,4	8,7	14,1	12,9	2,3	5,4	7,4	9,2	12,7	1,4	3,5	4,6	12,0	14,5	1,2	3,6	4,0	6,4	8,3
Kapilarno upijanje vode (mm/5 min.)	15,0	12,5	25,0	12,5	22,5	22,5	22,5	30,0	25,0	27,5	12,5	27,5	22,5	7,5	10,0	12,5	17,5	20,0	15,0	22,5

Dužina kidanja, u okviru ovih ispitivanja, u svim relacijama unosa vlakana ima maksimalne vrednosti kod gramature 100 g/m^2 , tj. povećanjem gramature do 100 g/m^2 dužina kidanja je u porastu. Nakon toga sledi opadanje vrednosti, ali za relaciju unosa vlakana 60:40 (meki lišćari i četinar) kod gramature 180 g/m^2 ponovo se povisuje vrednost dužine kidanja.

Sagledavajući dobijene rezultate za dužinu kidanja u celosti, prisutna je tendencija opadanja kod gramatura iznad 100 g/m^2 , (izuzetak čini relacija unosa vlakana 60:40). Razlike u vrednostima dužine kidanja gotovo se više ističu kao posledica promene gramature nego kao promene relacije unosa vlakana. Konačno, ako se uporede vrednosti dužine kidanja svih ovih kombinacija (4.784 do 7.157 m) sa vrednostima kod papira postojećeg assortimenta industrijske proizvodnje (3.500 do 5.800), izvesno je zaključiti da sve kombinacije zadovoljavaju po tom kriterijumu.

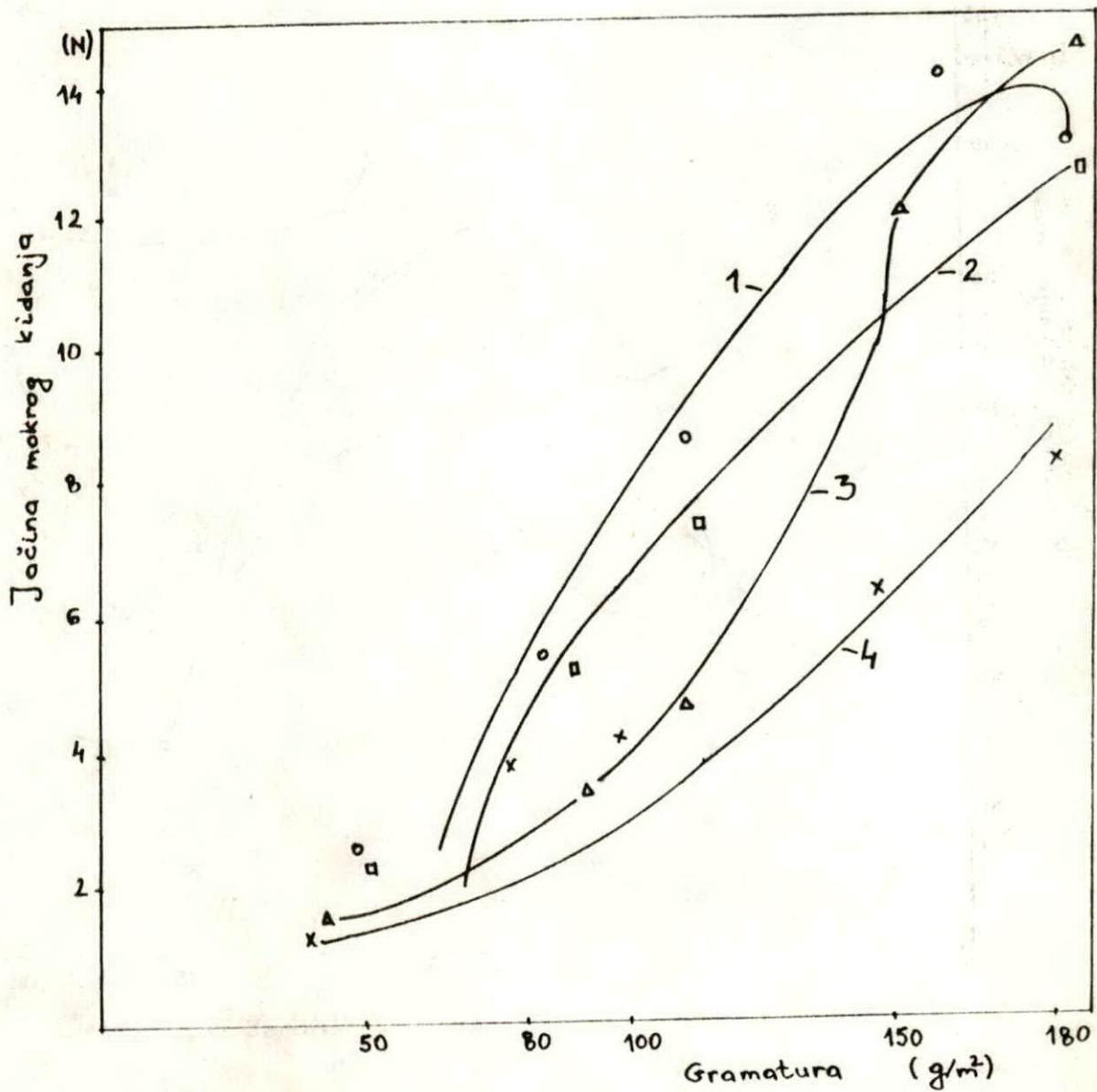
Jačina mokrog kidanja u svim relacijama unosa vlakana povisuje se povećanjem gramature papira. Izuzetak čini jedino smanjena vrednost kod gramature 180 g/m^2 za relaciju unosa vlakana 50:50, što u osnovi ne remeti zaključak u ovom pogledu, jer razlika nije značajna i ne bi se mogla prihvati kao signifikantna.

Izvesno je da se povećanjem unosa celuloznih vlakana mekih lišćara snizuju vrednosti jačine mokrog kidanja i to kod većih gramatura te razlike se više ističu. Međutim, gotovo i nisu značajne razlike u vrednostima jačine kidanja za relacije unosa vlakana 70:30 i 80:20 do vrednosti gramature papira 100 g/m^2 . Daljim povećavanjem gramature jačina mokrog kidanja je u naglonom porastu za relaciju unosa vlakana 70:30, da bi kod gramature 180 g/m^2 imala najvišu vrednost u odnosu na ostale vrednosti svih kombinacija. Teško je za ovu priliku ulaziti u objašnjenje postojećeg odstupanja iz razloga što je moglo doći do izvesnih neravnopravnosti kod izrade papirnih listova. Ipak, izvesno je da i u ovom slučaju treba izvršiti podrobnija ispitivanja, što će sigurno doprineti dokazivanju opravdanosti opredelenja na veći unos celuloznih vlakana mekih lišćara u proizvodnji baznih papira.



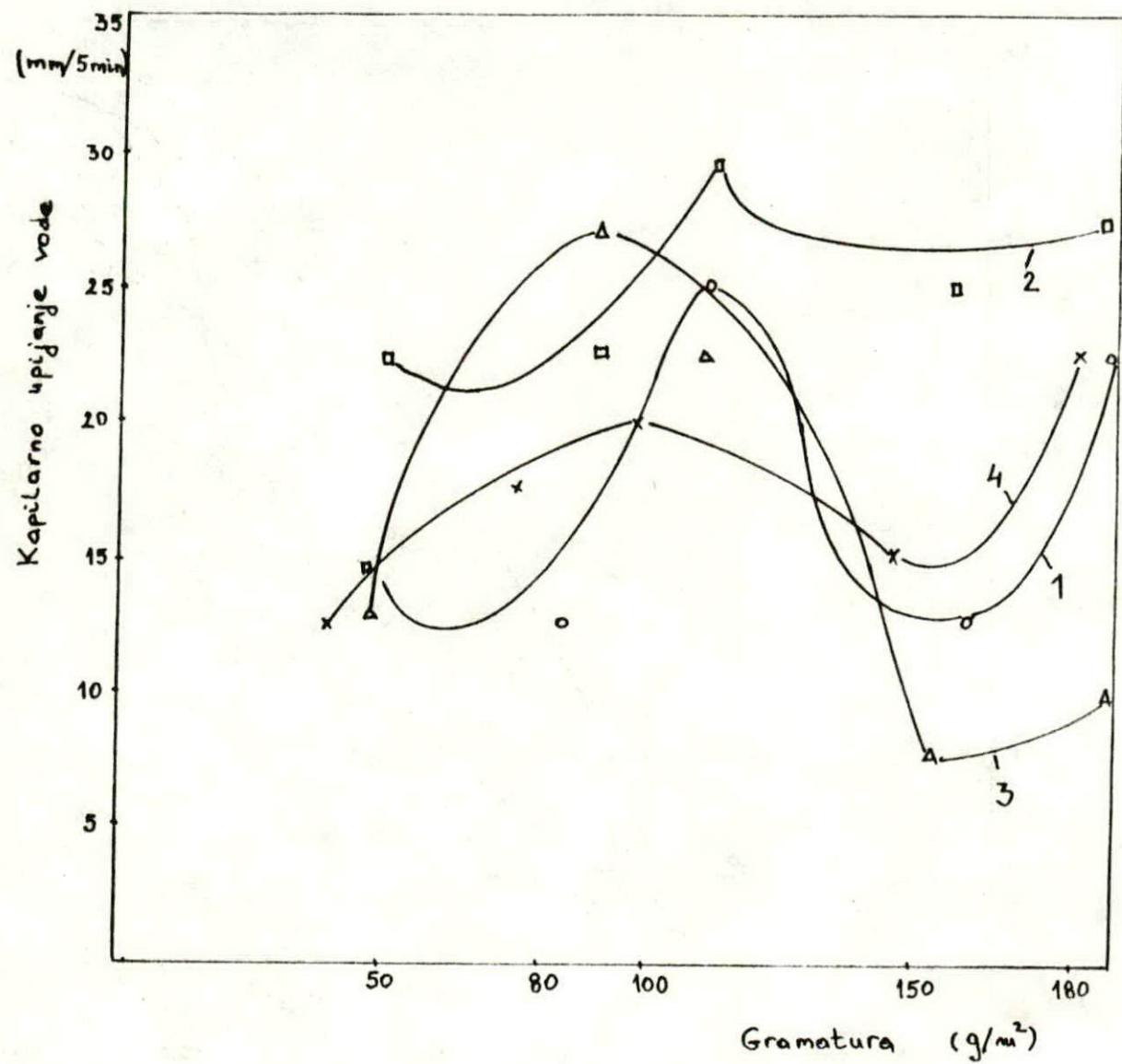
Slika 1. Zavisnost dužine kidanja od gramature papira za različite unose celuloznih vlakana

1 - 50:50; 2 - 60:40; 3 - 70:30; 4 - 80:20;
(meki lišćari : četinar)



Slika 2. Zavisnost jačine mokrog kidanja od gramature papira za različite unose celuloznih vlakana

1 - 50:50; 2 - 60:40; 3 - 70:30; 4 - 80:20;
(meki liščari : četinar)



Slika 3. Zavisnost kapilarnog upijanja vode od gramature papira za različite unose celuloznih vlakana

1 - 50:50; 2 - 60:40; 3 - 70:30; 4 - 80:20;
(meki liščari : četinar)

No, i na osnovu ovih rezultata, u poređenju sa svojstvima papira iz industrijske proizvodnje (jačina mokrog kidanja 2,0 do 5,5 N), proizilazi da jačina mokrog kidanja u svim kombinacijama zadovoljava i to posebno kod papira većih gramatura (4,6 do 14,5 N).

Kapilarno upijanje vode, kao i jačina mokrog kidanja su vrlo značajni pokazatelji kvaliteta baznih papira. U osnovi, to su svojstva koja jedno drugo osporavaju. Naime, papiri predmetne namene treba da poseduju što višu jačinu mokrog kidanja i što veće kapilarno upijanje tečnosti, što je obrazloženo u uvodnom delu.

Rezultati ovih ispitivanja to dobrim delom potvrđuju i to uz osnovni parametar promene gramature papira. Najveće vrednosti kapilarnog upijanja vode dobijene su kod relacija unosa vlakana 60:40 kod gotovo svih gramatura papira (izuzetak 80 g/m^2), a najveća kolebanja, kao i najniže vrednosti za gramature 150 i 180 g/m^2 kod relacije unosa vlakana 70:30, što koincidira sa odstupanjem jačine mokrog kidanja. Čini se, da objašnjenja prisutnih odstupanja treba da proizidju nakon podrobnejih ispitivanja, kojom prilikom će biti na raspolaganju više podataka i rezultata i time lakše i verodostojnije doći do zaključaka.

Ipak, kapilarno upijanje vode ne zadovoljava u svim kombinacijama ovih ispitivanja (prosek 12,5 do 25,0 mm/5min) u poređenju sa vrednostima kod baznih papira postajećeg asortimana industrijske proizvodnje (20 do 40 mm/5min), kao i podacima istraživanja u SSSR-u [6] za bazni papir $150 \pm 5 \text{ g/m}^2$ (30 do 35 mm/5min).

ZAKLJUCAK

Rezultate ovih ispitivanja treba tretirati kao početne, koji i kao takvi ohrabruju i opredeljuju ne samo na opravdanost istraživanja u ovom području, nego i da ih treba nastaviti i proširiti.

U toku ispitivanja došlo je do neočekivanih rezultata u nekim kombinacijama za jačinu mokrog kidanja i kapilarno upijanje

vode, što zahteva verovatno dopune i korekcije u toku dobijanja, odnosno laboratorijske proizvodnje papirnih listova, sa dopunom podataka u analitičkom delu i primenu metoda instrumentalne analize.

Ipak i na osnovu prezentiranih rezultata, u skladu sa već istaknutim činjenicama u uvodnom delu, pored morfološke strukture celuloznih vlakana treba da je značajna i uloga poliuronidnih delova pentozana i heksozana u formiranju papirnog lista i za njegova svojstva. Lišćarske vrste drveta sadrže manje lignina u odnosu na četinarske, ali sadrže više drvnih poliozoa kao hidrofilnih komponenti (pentozani), dajući papiru odgovarajuću hidrofilnost i zadovoljavajuće mehaničke osobine.

LITERATURA

- [1] Vojuckij,S.S., Fiziko-himičeskie osnovi propitanija i impregnirovaniya voloknistih materialov disperzijami polimerov, L. 1969, 336 s.
- [2] Dammer,S., Impregnierung von Laminatpapieren mit Kunstharzen, "Holzindustrie", 1963, 16, №.7, 210-212.
- [3] Noblj,R.Dž., "Lateks v tehnike", L. 1962, s.404-448, 562-596.
- [4] Berlin,A.A., Basin,B.E., Osnovi adgezii polimerov, M. 1969, s.29-49.
- [5] Opačić,I., Kemijska prerada drva, Zagreb, 1967.
- [6] Leonović,A.A., Šalun,G.B., Ognjezaščita drevesnih plit i sloistih plastikov, Lesnaja promišljenost, Moskva, 1974.

Mr. Janez Lesar, dipl.ing. kem.
"MELAMIN" Kemična tovarna
Kočevje - SR Slovenija

FOLIJE ZA POVRŠINSKO OPLEMENJIVANJE IVERICA

Povećanje proizvodnje iverica tražilo je i razvoj sistema za oplemenjivanje površine jer samo takva iverica može se upotrebiti za izradu namještaja. Prije nego što su se počele upotrebljavati folije za oplemenjivanje iverica, postupak oplemenjivanja obuhvatao je više faza obrade iverica : grundiranje, kitanje, brušenje, ponovo kitanje, ponovo brušenje, osnovno lakanje i konačno lakiranje. Postupak oplemenjivanja iverica postao je jednostavniji kad se počelo upotrebljavati materijale za oplemenjivanje u obliku folija i ploča. Struktura oplemenjivanja iverica u zemljama EEZ i USA za vreme nepune decenije promjenila se kao što je prikazano u sledećoj tabeli :

	<u>EEZ 74</u>	<u>EEZ 80</u>	<u>USA 72</u>	<u>USA 77</u>
- Dekorativni laminati	8,8 %	7,8 %	14 %	9 %
- Oplemenjivanje melaminskom folijom	15,0 %	23,4 %	8 %	12 %
- Vještački furnir finiš folije	5,2 %	9,5 %	-	-
- Furniranje naravnim furnirima	41,5 %	36 %	32 %	17 %
- PVC folije	4,3 %	3,8 %	26 %	34 %
- Kitanje, lakiranje i štampanje	30,4%	29 %	14 %	23 %
- Drugi postupki	-	-	6 %	5 %

Vidimo da se u Evropi u većem obimu nego u USA razvila tehnologija oplemenjivanja iverica s impregniranim papirima, a upotreba PVC folija ostala je u Evropi manja kao USA. Dalji trendovi u Evropi i USA bit će u još većem smanjenju upotrebe

furnira uz povećanu upotrebu sintetičkih furnira.

Upotreba dekorativnih laminata smanjila se zbog veće upotrebe iverice oplemenjene melaminskom folijom koja je naročito za vertikalne površine kod namještaja praktički potpuno zamjenila dekorativni laminat. Taj je ostao još uvek na horizontalnim radnim površinama namještaja, u brodogradnji, vagonogradnji i tamo gdje se traži veća mehanička ili termička postojanost površine.

Proizvodnja melaminske folije za oplemenjivanje iverica počela je u godini 1972 u tvornici " Melamin " Kočevje, koja se od početnog kapaciteta $6.000.000 \text{ m}^2$ godišnje povećala u godini 1980 na $20.000.000 \text{ m}^2$. U ovoj godini počela je tvornica " Melamin " Kočevje i sa proizvodnjom sintetičkih furnira (finiš folija) i melaminskih traka za ljepljenje na rubove elemenata od iverica. Trenutno postoji u zemlji 12 proizvodjača oplemenjenih iverica sa melaminskom folijom, a instalirani kapacitet kod rada u 3 smjene iznosi oko 35 milijona m^2 obostrano oplemenjene iverice.

Tehnologija izrade melaminskih folija za oplemenjivanje iverica.

Proizvodnju dekorativnih melaminskih folija za oplemenjivanje iverica izvodimo postupkom impregnacije dekorativnih papira u rolama posebnom melaminskom smolom i na specijalnom impregnirnom stroju. Dekorativni papiri izradjeni su iz čiste alfa celuloze i obojeni (pigmentirani) s anorganskim pigmentima u količini od 20-40% na težinu papira, pri čemu se dobija osnovna boja papira. Površina može biti štampana u različitim fantazijskim dezenima, imitacijama drveta, platna, marmora i slično. Grmatura dekorativnih papira iznosi od 60 do 120 g/m^2 , a osnovne osobine tih papira za impregnaciju su : upijanje smole, otpornost u mokrom, postojanost boje na svjetlost i jednakomjernost pokrivanja.

Melaminske smole koje služe za impregnaciju papira izradjene su iz melamina i formaldehida u određenom molskom odnosu $1 : 1,5 - 2,0$ s dodacima plastifikatora, odjeljivača i katalizatora prije upotrebe. Melaminske smole u utvrđenom stanju

Otvoreno
./.

imaju :

- visoku tvrdoču i otpornost protiv habanja, ✓
- dobru postojanost na kemikalije, ✓
- dobru postojanost na svjetlost, ✓
- teško su zapaljive, ✓
- visoku postojanost na vodu i vremenske utjecaje ✓

Prema statistici upotreba melaminskih smola u Zapadnoj Evropi bila je u godini 1980 sljedeča :

Smole za impregnaciju dekora	62 %
Vezivo u masama za stiskanje	9 %
Ljepila za drvo	12 %
Vezivo za lakove	8 %
Smole za papir	4 %
Razno (tekstil, gradjevinarstvo)	5 %

Melaminske smole za impregnaciju dekora proizvode se obično u tvornicama koje izvodu i impregnaciju. Za sintezu smola potreban je kotač iz materijala otpornog na kiselinu, zapremine od $5-15 \text{ m}^3$ koji su opremljeni sa uredjajima za grijanje i hladjenje. Postupak sinteze obuhvata podešavanje pH 40%-ne otopine formalina na vrednost 9, dodavanje melamina u prahu i zagrijevanje na temperaturu reakcije oko 90°C . Pod tim uslovima smola se kondenzira da odredjene tolerancije na vodu koja iznosi 1 : 0,8 - 1,5. Na kraju sinteze posle ohladjenja treba smoli dodati još plastifikator, sredstvo za odjeljivanje i prije upotrebe još katalizator. Smole za impregnaciju postojane su oko 10 dana kod normalne temperature skladištenja od $15 - 30^\circ\text{C}$, a za transport i prodaju mogu sa dodacima stabilizatora biti postojane i više od mjesec dana.

Impregnaciju dekorativnih papira izvodimo na posebnim impregnirnim strojevima na kojima se papir prvo nakvari smolom i putuje dalje preko dozirnih valjaka, kojima se reguliše sadržaj smole u papiru. Papir sa smolom ulazi posle u sušioni kanal gdje se mora osušiti na odredjenu vlagu, a istovremeno mora smola postići odredjen stupanj predkondenzacije što se određuje ispitivanjem nanosa smole, vlage i fluidnosti impregniranog papira.

Brzina putovanja papira zavisi od dužine sušionog kanala, temperature i cirkulacije vrućeg vazduha u kanalu te od količine nanosa i koncentracije smole. Za postizanje konstantnog kvaliteta impregniranih dekorativnih papira za oplemenjivanje, bitna je dovoljna kontrola impregnacionih parametra. Nanos ide od 58-60%, hlapljive materije 6,5-7% a smola na papiru mora biti još dovoljno fluidna, što znači da pod utjecajem pritiska i temperature ima još uvek sposobnost tečenja da se može kod prešanja jednakomerno podjeliti na površini i stvoriti homogeni sloj oplemenjene površine iverice.

Na impregnirnim strojevima se mogu impregnirati dekorativni papiri gramature $40-200 \text{ g/m}^2$ i u širinama od 125-220 cm a najobičnije širine jesu : 128, 178, 187, 208 i 218 cm za koje postoje u našoj zemlji preše za konačnu širinu oplemenjenih iverica 125, 175, 185, 205 i 215 cm.

Poslije impregnacije i sušenja, dekorativni papiri koji se zovu i " filmovi " stupaju na nož za sječenje na određenu dužinu i automatski se odlažu na drvene ili metalne palete. Najobičnije dužine filmova jesu : 252, 277, 283, 292, 370, 522, 546 i 566 cm za oplemenjivanje odgovarajuće obično 2 cm kraće iverice. Postoji i mogućnost namotavanja impregniranog dekorativnog papira na role za transport, ipak se taj način transporta ne praktikuje zbog velikog uništenja papira kod ponovnog razvijanja i sječenja na formate u tvornicama za oplemenjivanje prije upotrebe. Zbog zaštite impregniranih filmova kod transporta i skladištenja na paletama su ovi zamotani i nepropustno zaljepljeni u polietilensku foliju i zvezzani na pojedinim mjestima da ne klize kod transporta. Rok postojanosti kod temperature skladištenje do 25°C je za melaminske filmove koji služe za kratkotaktno oplemenjivanje iverica 6 tjedna, a za filmove koji se upotrebljavaju za oplemenjivanje u višeetažnim prešama s hladjenjem rok upotrebe iznosi 2 mjeseca. 2,0m^y

Iako ima najviše impregniranih dekorativnih papira gramaturu 80 g/m^2 , postoji trend za upotrebu tanijih papira gramature 70 i 60 g/m^2 . Dekorativni papiri izradjeni su u novije vreme s višom gustoćom a time je moguće postići i kod nižih nanosa

smole dovoljno tečenje i zaljevanje površine kod oplemenjivanja.

Tvornica " Melamin " Kočevje proizvodi impregnirane dekorativne papire za oplemenjivanje iverica pod nazivom MELAFILM sa označkom HL koji služe oplemenjivanje iverica postupkom sa hladjenjem i sa oznakom KT za oplemenjivanje po kratkotaktnom postupku.

Postupci oplemenjivanja iverica melaminskim filmovima.

Oplemenjene iverice proizvode se kovencionalnim postupkom u višeetažnim hidrauličnim prešama zajedno s jastucima od azbesta i limovima kod temperature 150°C i pritiska $1,8-2,5 \text{ N/mm}^2$ (bar) u vremenu 15-18 minuta zajedno sa zagrejavanjem i hladjenjem preše. Tim postupkom dobijamo oplemenjenu ivericu visokog sjaja ili u reljefnoj strukturi, zavisno od upotrebljenih limova. Ipak se oplemenjene iverice ovim postupkom sve manje proizvode zbog visokih troškova za potrebnu topotnu energiju.

Noviji postupak oplemenjivanja iverice je kratkotaktni postupak bez hladjenja koji ima ako ga usporedimo s klasičnim postupkom više prednosti :

- manji investicioni troškovi za liniju za oplemenjivanje iverica
- manja potrošnja topotne energije kod oplemenjivanja jer je preša stalno zagrijena,
- nije potrebna voda za hladjenje preše,
- kratki ciklusi prešanja i tim srazmijerno velik kapacitet preše,
- moguća je upotreba iverica niže gustoće.

Uspoređenje izmedju oplemenjivanja po klasičnom višeetažnom i ~~kratkom~~ kratkotaktnom postupkom prikazano je u sljedećoj tabeli :

		Višeetažna preša stare izvedbe	Višeetažna preša nove izvedbe	Kratkotaktna preša
Potrošnja toplotne energije	kJ/m ²	51 000	23 400	4 200
Potrošnja vode za hladjenje	m ³ /m ²	29,5	13,5	5,0
Električna energija	kWh/m ²	0,9	0,63	0,45
Radno vreme	h/m ²	0,016	0,007	0,008
Efektivni kapacitet u 22 h	m	7 370	11 050	8 840

Kratkotaktni postupak oplemenjivanja iverica izvodimo u zagrijenoj preši bez povratnog hladjenja kod temperaturе ogrjevnih ploča 180-210°C u vremenu od 40-100 sekundi i kod pritiska 1,8 - 2,5 N/mm². Na ogrjevnim pločama jednoetažne taktne preše namješteni su limovi od tvrdo kromnog mesinga koji su obično manjeg sjaja (do 50%) jer bez hladjenja ne možemo postići puni sjaj oplemenjene površine. Izmedju limova i ogrjevnih ploča, stavljeni su za izjednačenje pritiska i jednakomjerne temperature azbestni jastuci gramature 1500 - 3000 g/m². Kod preše za kratkotaktno oplemenjivanje iverica vrlo je bitno brzo zatvaranje preše poslije odlaganja paketa (film-iverica-film) na donju ogrjevnu ploču. To vreme od momenta odlaganja filma na vrući lim do zatvaranja preše i postizanja punog pritiska ne bi smjelo biti dalje od 8 sekundi ili najviše 15 % od vremena otvrđnjavanja smole. Kod dužih vremena odležavanja paketa prije zatvaranja preša dolazi na donjoj strani do defekta u obliku toplinskih pruga. Novije taktne preše opremljene su posebnim uredjajima koji zadržavaju paket za presovanje da do zatvaranja ne dolazi film u kontakt sa vrućim limovima. Time se mogu upotrebiti visokoreaktivne smole za izradu filmova i vrlo kratka vremena prešanja 25-35 sekundi, što omogućuje izradu 60-70 komada oplemenjenih iverica na sat.

U svetu je poznat i jednofazni postupak izrade sirove iverice sa oplemenjenom površinom (Unibord). Postupak je visoko ekonomičan a traži vrlo precizno pridržavanje svih parametara kod doziranja ljepila, natresanja tepiha i temperature te vremena prešanja.

Zahtjevi za kvalitet iverica za oplemenjivanje melaminskim filmova.

Zahtjevi se ž odnose na specifičnu težinu, površinu ploče, učešće ljepila, toleranciju u debljini vlagu i pH vrednost površine. Za direktno oplemenjivanje, iverica mora biti troslojna sa finim iverjem na površini. Površina mora biti ravnomerne strukture i zatvorena. Površinu iverica moramo prije oplemenjivanja brusiti brusnim papirom br. 120. Osim toga, površina ploče mora biti bez vode, mrlja od ljepila, ulja ili drugih onečišćenja.

Specifična težina ploče za taktno oplemenjivanje može biti od 620 do 650 kg/m³ jer zbog kratkog vremena prešanja i jer se iverica za to kratko vreme ne pregrijava u sredini, ne dolazi do stlačenja i smanjenja debljine.

Za dobijanje zatvorene površine iverice vanjski slojevi sitnog iverja treba da sadrže oko 12% ljepila. Debljina iverice unutar jedne ploče za oplemenjivanje može odstupati najviše ± 0,2 mm.

Najpovoljnija vlažnost iverica leži u granicama 6-8% a pH gornjeg sloja ne sme biti ispod 6,0 jer bi inače niži pH utjecao na šku prebrzu kondenzaciju smole kod oplemenjivanja.

Kvalitet oplemenjene iverice s melaminskim dekorativnim papirom.

Oplemenjene iverice klasificiramo prema vizuelnim greškama koje uočimo na oba dvije strane iverice.

A-kvalitet ne smije imati na površini sljedeće greške :

- pruge ili mrlje
- pruge i otoke različitog sjaja
- ogrebotine na površini
- otiske u površini

Oplemenjena iverica treba odgovarati zahtjevima koje predpisuje DIN 68 765 :

1. Toleranca u debljini + 0,3 mm

- 0,5 mm

Toleranca u širini i dužini ± 5 mm

2. Mehaničke osobine

savojna čvrstoća min 20 N/mm²

rastezna čvrstoća min 0,4 N/mm²

3. Odpornost na pukotine

DIN 53 799 4.7.12 bez pukotina

4. Odpornost na vodenu

paru DIN 53 799 4.11 bez gubitka sjaja

5. Odpornost na svjetlost

DIN 53 799 4.13 stupanj 6

6. Grafitni test bez poroznosti

7. Odpornost na kemikalije bez mrlja

DIN 53 799 4.14

8. Postojanost na habanje maks. 100 mg/100 c

DIN 53 799 4.6

Vještački furnir za oplemenjivanje iverica

Vještački furnir koji se nazivaju i finiš folije, upotrebljavaju se za oplemenjivanje iverica iz rola u posebnim taktnim ili protočnim prešama. Ako se oplemenjene iverice sa melaminskim filmovima prvenstveno upotrebljavaju za kuhinjski namještaj, smatra se da je izgled tih površina previše " hladan " za namještaj dnevnih soba, spavana i dječjih soba. Ovdje su našli primjenu uvještački furniri koji daju topliju površinu, sličnu prirodnom drvetu prema izgledu i opipu. U SRN je iznosila potrošnja svih duroplastičnih (finiš) folija u godini 1965

8 miljuna m², u godini 1974 već 85 miljuna m², a u godini 1983 167 miljuna m².

Prednosti sintetičkih furnira pred prirodnim drvetom ili štampanim pločama su :

- Proizvodnja vještačkih furnira moguća je u rolama i jednokomjernog kvaliteta bez odpadaka, pukotina i fuga.
- Lakše i ekonomičnije obezbjedjenje s vještačkim furnirom jer je opskrba s prirodnim furnirima uvjek teža. Štampani papiri izradjeni su u postupnoj imitaciji drveta i u svim željenim bojama.
- Smanjenje potrebne radne snage kod upotrebe vještačkih furnira i manje potrebnog prostora za rad i skladištenje.
- Stalne boje, izgled i velika postojanost na svjetlost, što je naročito važno kod komponibilnih namještaja koji se poslije godina nadopunuju.
- Malena potrošnja lakova kod lakiranja folija jer je površina folije poslije impregnacije vrlo zatvorena i dovoljno je $15-20 \text{ g/m}^2$ laka za kvalitetno lakiranje folije.

Vještački furniri ili finiš folije mogu biti jednobojni ili izradjeni u fantazijskim dezenima ali najčešće su izradjeni u različitim imitacijama drveta. Površina folija može biti lakirana kiselinskim amino lakovima, nitro-lakovima, poliesterskim ili akrilatnim lakovima. Lakovi mogu biti sjajni ili matirani. Vještačke furnire je moguće izraditi sa utisnutim drvenim porama, ili ih utiskivati sa posebnim limovima u preši kod ljepljenja furnira na ivericu. U zadnje vreme sve više se upotrebljavaju vještački furniri sa takozvanim realnim (optičkim ili vizuelnim) porama. Ove pore načinjene su s štampanjem tačno prema slici naravnog drveta, a kod lakiranja na mjestu pora lak ne zaljeva, pa se vide vrlo izrazite pošre.

Vještačke furnire djelimo prema gramaturi dekora do 60 g/m² na tanke folije ili mikrofolije, a sa gramaturom iznad 60 g/m² nazivaju se finiš folije.

Folije mogu biti izradjene u vrlo elastičnoj izvedbi za zavijene površine kućišta fono aparata ili profiliranih letava, ili u tvrdoj izvedbi za eksponirane ravne površine. Neki tipovi folija izradjeni su i sa ljepilnim premazom.

Tehnologija izrade vještačkih furnira

Vještački furniri izradjeni su iz dekorativnih štampanih papira gramature od 40 do 120 g/m² koji su impregnirani sa specijalnim smolama na dvofaznim impregnirnim strojevima.

U prvoj fazi papir se impregnira smolom i osuši u prvom kanalu, posle čega sljedi lakiranje površine na posebnom uređaju za lakiranje sa žičanom raklom i opet sušenje laka te namotavanje gotove folije na rolu. Smola za impregnaciju može biti melaminska ili karbamidna sa dodacima akrilata. Nanos i plastifikacija smole zavisi od zahtjeva za elastičnost i upotrebu folije.

Tvornica " Melamin " Kočevje proizvodi vještačke furnire pod nazivom MELAFOLIJA. Širina folije može biti do 220 cm ali se od veće širine mogu seći više manjih širina folija, navijenih u rolama. U grupu folija za upotrebu sa lepljenjem na iverice ulazi i temeljna folija sa nazivom MELAFILM TF koja služi za izravnjanje iverice prije lakiranja.

Prerada vještačkog furnira.

Oplemenjivanje iverica folijom izvodimo u vrućoj taktnoj preši kod temperature 150-170°C u vremenu od 30 do 10 sekundi. Za lepljenje upotrebljavamo karbamidno ljepilo, koje se nanosi na obe strane iverice u količini 60-80 g/m².

Linija za ljepljenje (kaširanje) finiš folija na ivericu sastoji se iz sljedećih elemenata : pruge za uvodjenje iverica, četke za odprašivanje iverica, uredjaja za nanošenje ljepila, transportera, kaširanog stroja za uvodjenje folije s gornje i donje strane na ivericu, uredjaja za sječenje folije i preše s tekućom trakom ili umjesto toga valjčne preše s transparentnom trakom i mjestom za odlaganje iverica (sistemi : Grecon, Hymmen. Dieffenbacher)..

Na ovim prešama se mogu ljepiti i posebne tanke ili mikro folije koje nisu u programu proizvodnje tvornice Melamin.

Rubni materijali

Na jednak način kao vještački furnir izradjuje se i rubni materijal pod nazivom MELATRAK. Za izradu rubnih materijala upotrebljava se umjesto dekorativnih papira karton gramature ca 200 g/m^2 u različitim bojama, a može biti i štampan u imitaciji drveta.

Taj karton se impregnira specijalnim aminosmolama, suši u kanalu, lakira na površini i namotava u role. Ove role impregniranog i lakiranog kartona idu posle na sječenje u trake širine 15 - 30 mm koje se namotavaju u kolute u promjeru do 300 mm.

Rubni materijali služe za obradu rubova oplemenjenih iverica ili sendviča koji se sastoje od laminata i iverice, time da se ljepe pomoća termo ljepila.

BITNI PARAMETRI SVOJSTAVA PLOČA IVERICA ZA POTREBE INDUSTRIIJE NAMJEŠTAJA

Industrija namještaja koristi u proizvodnji različite materijale, ali je drvo ostala glavna komponenta - kao masivno ili u obliku furnira i ploča.

Mada je masivno drvo tradicionalna sirovina u industriji namještaja, njegova zamjena drvnim pločama postala je sve značajnija. Tako danas u Z. Evropi više od 50% sirovina na bazi drva čine ploče (40% samo iverice), a manje od 50% rezana gradja.

Proizvodnja ploča iz usitnjene drva nudi danas industriji namještaja slijedeće proizvode:

- srednje teške ploče iverice sa horizontalnim rasporedom iverja,
- tanke ploče iverice,
- tanke šper ploče sa srednicom iz iverice,
- srednje teške furnirane ploče iverice
- srednje teške ploče vlaknatice po suhom postupku (MDF),
- srednje teške oplemenjene ploče iverice i MDF ploče,
- srednje teške iverice furnirane sa vertikalnim rasporedom iverja,
- razni oplemenjeni otpresci (stolovi, stranice itd.).

Utrošak raznih drvnih ploča iz usitnjene drva u industriji namještaja u SFRJ kretao se je 1981. i 1982. godine:

Vrste ploča	Jed. mjere	godina		% učešće ukupne pro- izvodnje 1982. god.
		1981.	1982.	
- iverice	m ²	479.162	468.471	60
- oplemenjene ploče iverice	m ²	129.000	120.000	86
- vlaknatice	ooo	m ²	30.548	30.492
- MDF ploče		m ²	16.261	18.723
- panel ploče		m ²	17.254	14.890

Iz navedenih podataka vidimo da od ukupne proizvodnje sirovih i oplemenjenih iverica industrija namještaja koristi 75%.

Upotreba ploča iverica u industriji namještaja nije bez problema. Razvojem tehnologije stalno se postavljaju novi zahtjevi među kojim su značajni:

- poboljšanje i ujednačenost fizičkih i mehaničkih svojstava,
- finoća i glatkoća površine koja će omogućiti direktno furniranje i oplemenjavanje folijama i lakovima,
- sposobnost obrade i profiliranja itd.

Svrha ovog ispitivanja je bila da djelimično odgovori a više inicira radove na daljem poboljšanju svojstava ploča iverica za upotrebu u industriji namještaja.

Dobiveni rezultati istraživanja daju se u daljem izlaganju.

1. FIZIČKA I MEHANIČKA SVOJSTVA KARAKTERISTIČNA ZA PROIZVODNJU PLOČA IVERICA U SFRJ

U prvim postavljanjima svojstava ploča iverica 1950. godine kao novog pločastog materijala, polazna osnova su bile već usvojene metode i norme za ploče vlaknatice. Međutim čitav niz bitnih svojstava, zbog nedovoljno jasnih početnih zahtjeva, definirao se je u toku daljeg razvoja i još uvjek je u toku.

Radi preglednosti izlaganje je podijeljeno u nekoliko vremenskih perioda koji manje ili više čine cjelinu, odnosno predstavljaju razvojne etape, a karakteristične su za kvalitet i svojstva ploča iverica i njihovu upotrebu u namještaju.

U toku izlaganja praćena su samo osnovna svojstva: zapremina-ska masa, savojna čvrstoća, čvrstoća raslojavanja i debljinsko bubrenje.

1.1 Period 1955. - 1959. godine

Do izgradnje prvih tvornica ploča iverica u Jugoslaviji došlo je u toku 1958./59. godine a osnovna svojstva bila su:

- kapacitet proizvodnje	10.000 m ³ /god.
- tip ploča	jednoslojne
- vol. težina	580 - 610 kp/cm ³
- savojna čvrstoća	100 - 170 kp/cm ²
- čvrstoća raslojavanja	4,3 - 5,2 kp/cm ²
- bubrenje	16 - 18 %

Svojstva ploča bila su znatno niža nego u Z. Evropi.

1.2 Period 1960. - 1970. godine

Dok je u Evropi došlo do snažnog razvoja tehnologije ploča iverica sa velikim i automatiziranim kapacitetima, u Jugoslaviji je došlo do kooperantske izgradnje 17 istih tvornica iverica malog kapaciteta i istog proizvodnog assortimenta. Već u momentu puštanja u rad tvornice su bile tehnički, tehnološki i kapacitetno zastarjele. Dodamo li uniformnost postrojenja i proizvodnog assortimenta, nije teško objasniti sve teškoće koje su pratile proizvodnju ploča iverica u periodu 1960. - 69. godine.

Svojstva iverica iz ovog perioda prikazana su u dijagramu br. 1/ Rezultati ispitivanja u 3 tvornice u 1967. god./

1.3 Period 1970. - 1982. godine

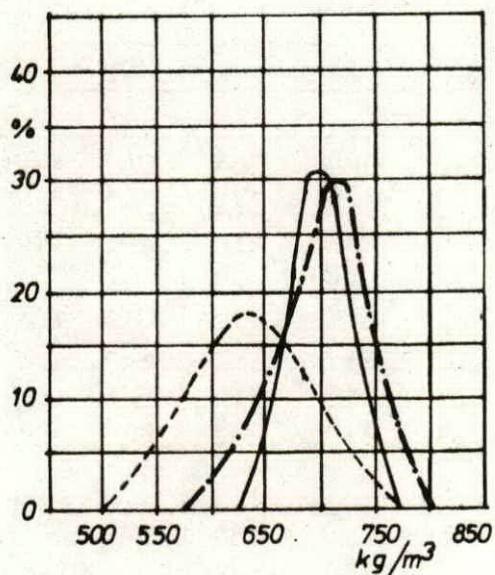
U ovom periodu dolazi do snažne izgradnje tvornica iverica u Z. Evropi.

Poučeni iskustvom od prije, u Jugoslaviji se je prišlo izgradnji savremenih tvornica ploča iverica. Izgradnja novih tvornica imala je vremenski ravnomjeran tok, mada lokacija nije uvijek odgovarala svim uslovima. Kod izgradjenih tvornica zastupljena je savremena oprema i tehnologija a kapaciteti se kreću 30 - 120.000 m³/god.

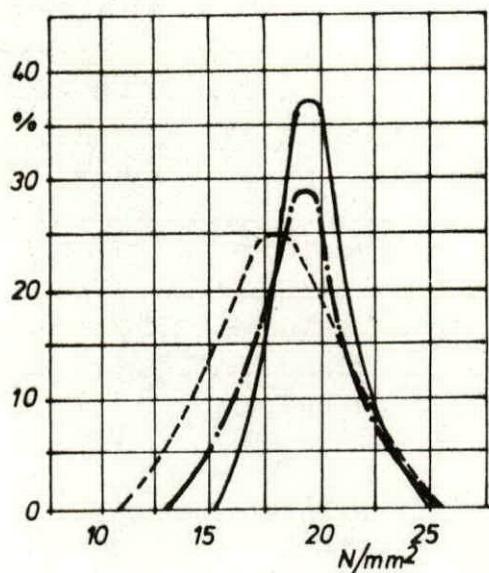
ORJENTACIONI PODACI O KRETANJU SVOJSTAVA
PLOČA IVERICA ZA OPĆU UPOTREBU U SFRJ (16mm)

----- 1967. god.
_____ 1979.
- - - - - 1983.

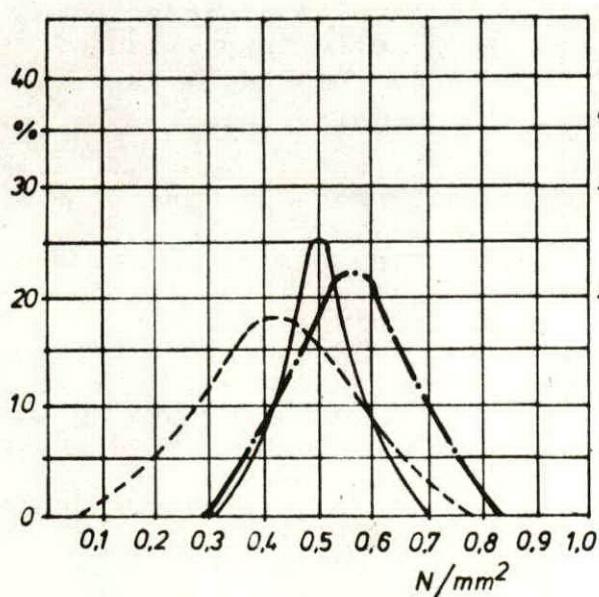
ZAPREMINSKA MASA



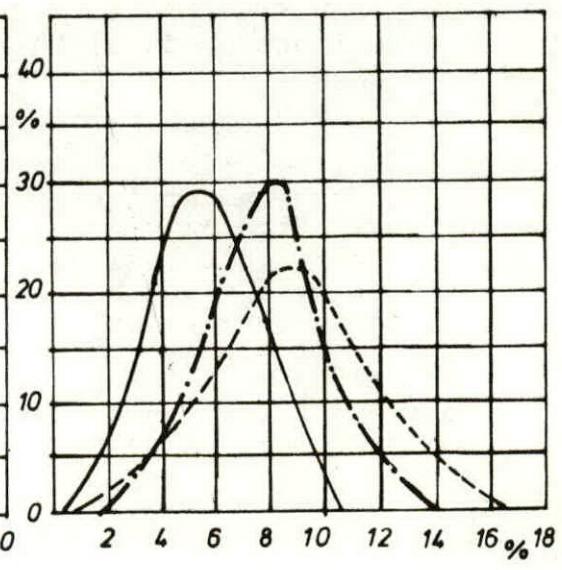
SAVOJNA ČVRSTOĆA



ČVRSTOĆA NA RASLOJAVANJE



DEBLJINSKO BUBRENJE



Svojstva ploča iverica iz novih tvornica prikazana su u diagramu br. 1 za godine 1979. i 1983. (prosječni rezultati iz 6 tvornica iverica).

Radi usporedbe daje se pregled svojstava ploča iverica iz Z. Njemačke, gdje je došlo do većeg prilagodjavanja finoće vanjskog sloja zahtjevima finalne industrije:

S v o j s t v a	Normalno iverje		Vrlo fino iverje		Viaknato iverje		Diferenci rano na- tršešeno	
	A	B	C	D	E	F	G	H
Debljina ploča mm	19	16	18	16	16	18	16	18
Zapreminska masa kp/m ³	x 699 s 34	620 24	691 19	684 29	704 25	742 15	708 20	756 31
Savojna čvrstoća kp/cm ²	x 244 s 36	187 30	160 19	242 32	210 36	196 26	220 26	273 49
Čvrstoća raslojava vanja kp/cm ²	x 7,4 s 1,8	5,5 0,8	5,2 0,6	5,7 1,0	6,0 1,4	6,4 1,4	6,4 1,2	8,8 1,9
Debljinsko bubreњe %	x 5,4 s 1,7	2,4 0,6	2,6 0,6	13,2 0,8	3,4 0,4	5,8 0,4	2,5 0,8	4,1 0,4
								1,1

Iz prikazanih rezultata vidimo da je prosječni kvalitet Jugoslavenskih tvornica približno isti, kao i kod Z.Njemačkih, s tim da finoća vanjskog sloja nije dovoljno diferencirana.

Kod usporedbe proizvodnje iz 1967. godine i sadašnje proizvodnje 1979. i 1983. godine možemo zaključiti:

- Prilikom usporedbe svojstava zapaža se kod ploča radjenih 1979. i 1983. godine smanjenje zone rasipanja pojedinačnih vrijednosti, a time i znatno ujednačeniji kvalitet u poređenju sa pločama iz 1967. godine.
- Kod usporedbe svojstava iz proizvodnje 1979. i 1983. godine nema bitnih oscilacija.
- Kod svih debljina ploča, došlo je do povećanja zapreminske mase, a orijentaciono uzeto kod debljine 16 mm povećanje je cca 11% u 1979. godini uz tendenciju laganog rasta.

Ovo povećanje zapreminske mase bilo je uslovljeno:

- U izradi iverica povećano je učešće tvrdih lišćara i svih vrsta drvnoindustrijskih otpadaka (brusna prašina, piljevinu itd.).
- Novi zahtjevi u vezi sa kvalitetom vanjske površine, radi oplemenjavanja dekorativnim materijalima i furniranja tanjim furnirima, uslovili su proizvodnju sa finim vanjskim slojem. Obzirom na strukturu finog vanjskog sloja (mikroiverja), porasla je i njegova zapreminska masa, čime je dobivena bolja i zatvorenija vanjska površina. Ovo je imalo utjecaja i na poprečni profil rasporeda zapreminske mase u pločama, kao i njeno povećanje.
- Iz dijagrama vidimo da je u proteklom periodu pored smanjenja zone rasipanja pojedinačnih rezultata došlo i do izvjesnog povećanja srednje vrijednosti savojne čvrstoće. Međutim ovo povećanje savojne čvrstoće manje je bilo uslovljeno povećanom zapreminskom masom (korištenje mikroiverja), a više kao odraz povećanja doziranja ljepila u vanjskom sloju zbog finoće iverja.

- e) Isto tako vidimo da je čvrstoća na raslojavanje znatno porasla, a zona rasipanja pojedinačnih rezultata vidno smanjena. Pored veće točnosti natresanja iverja i nanosa ljepila, na povećanje srednje vrijednosti čvrstoće na raslojavanje bitan je bio utjecaj povećanja zapreminske mase.
- f) Iz dijagrama vidimo da je 1979. godine bubrenje znatno niže u usporedbi sa 1967. godinom ali isto tako i da je nešto veće 1983. godine. Uzrok povećanja u 1983. godini leži u novim zahtjevima JUS-a, ali i ne korištenju stalno parafinske emulzije kod nekih proizvodjača (max. vrijednost ide i do 18%).

2. FINOĆA VANJSKE POVRŠINE I OBRAĐIVOST PLOČA IVERICA

(Ovaj dio izlaganja obuhvata u skraćenoj formi rezultate istraživanja utjecaja finoće vanjskog sloja mikroiverja i vlaknatog iverja na svojstva ploča iverica).

Od samog početka proizvodnje ploča iverica nastojalo se je postići što bolju kvalitetu vanjskog i srednjeg sloja iverja. Razlog je ležao u stalmom povećanju zahtjeva industrije namještaja, koja je na taj način težila ka smanjenju troškova površinske obrade, uz zadržavanje odnosno poboljšanje kvalitete površine namještaja.

Ovaj zahtjev postignut je proizvodnjom ploča iverica sa finim vanjskim slojem, pri čemu je u ekstremnim slučajevima korištena u vanjskom sloju brusna prašina ili vlaknato iverje. Da se kod ovakvih ploča ne bi povećalo učešće ljepila, morala se je povećati gustoća ploča, tako da ovaj tip ploča nosi obilježje teških ploča. Prema tome proizvodnju ploča sa finim vanjskim slojem prati i povećanje volumne težine iz slijedećih razloga:

- a) da bi se zadržala elasto-mehanička svojstva zbog finih čestica, vanjskog sloja (mikroiverje),
- b) sve većeg korištenja raznih drvnoindustrijskih otpadaka i drva tvrdih lišćara.

Iako finoća vanjskog sloja iverica nije definirana standardom, postoji nezvanična gruba podjela sa tri stupnja finoće iverja osnovana na vizuelnom ocjenjivanju i metodi frakcioniranja:

- Normalno iverje, koje zaostaje na očicama sita 2,0 mm
- Fino iverje, koje zaostaje na očicama sita u rasponu 1,0-2,0 mm
- Vrlo fino iverje, koje zaostaje na očicama sita u rasponu 0,0 - 1,0 mm.

Područja upotrebe prikazana su u tabeli br. 1

Za kvalitetnu površinu sa finim vanjskim slojem smatra se da treba imati slijedeća svojstva:

- bez pora, zatvorene i postojane površine
- volumna težina i debljina ~~mora~~ biti što ravnomjernija
- čvrstoća raslojavanja vanjskog sloja treba biti veća od $1,0 \text{ N/mm}^2$
- pored ovoga ploče moraju sadržati sva standardna svojstva.

Metode za mjerjenje finoće iverja koji se mogu koristiti laboratorijski obuhvataju:

- frakcioniranje iverja (obručun dimenzija, specifične površine, specifičnog kroja),
- mjerjenje hrapavosti površine,
- parni test,
- test B.S. 1811, Amendement Niž (PV index).

Slabost ovih metoda je što neka ispitivanja dugo traju, tako da nemaju mogućnost primjene u pogonskim uslovima kontrole, sem frakcioniranja, koje daje samo jedan delimični odgovor o strukturi i finoći iverja, što nije dovoljno.

Zato se u praksi kod nas koristi vizuelna metoda ocjene površine, koja nije standardizirana, a kriteriji variraju od tvornice do tvornice. Navodimo neke od grešaka vanjske površine koji se danas prilikom sortiranja obrušenih ploča koriste kao kriteriji:

- oštećeni rubovi,
- stepen prebrušenosti (malo, jako),
- otvorenost površine,
- greška od ljepila (fleka, grumuljice),
- pretanke ploče,
- otisci brusnog papira,
- raslojene ploče,
- **probijanje** iverja srednjeg sloja u vanjski sloj

Ove greške zajedno sa fizičko-mehaničkim svojstvima služe danas u većem djelu tvornica iverica kao kriteriji za razvrstanje u klase E, I i II.

Medjutim ova podjela je još uvijek daleko od stvarne podjele ploča po finoći vanjske površine, koju treba industrija namještaja. Ovdje treba istaći da je cca 70% naše proizvodnje tehnološki opremljeno da može proizvoditi ploče sa sve tri vrste iverja u vanjskom sloju, ovisno o potrebi potrošača.

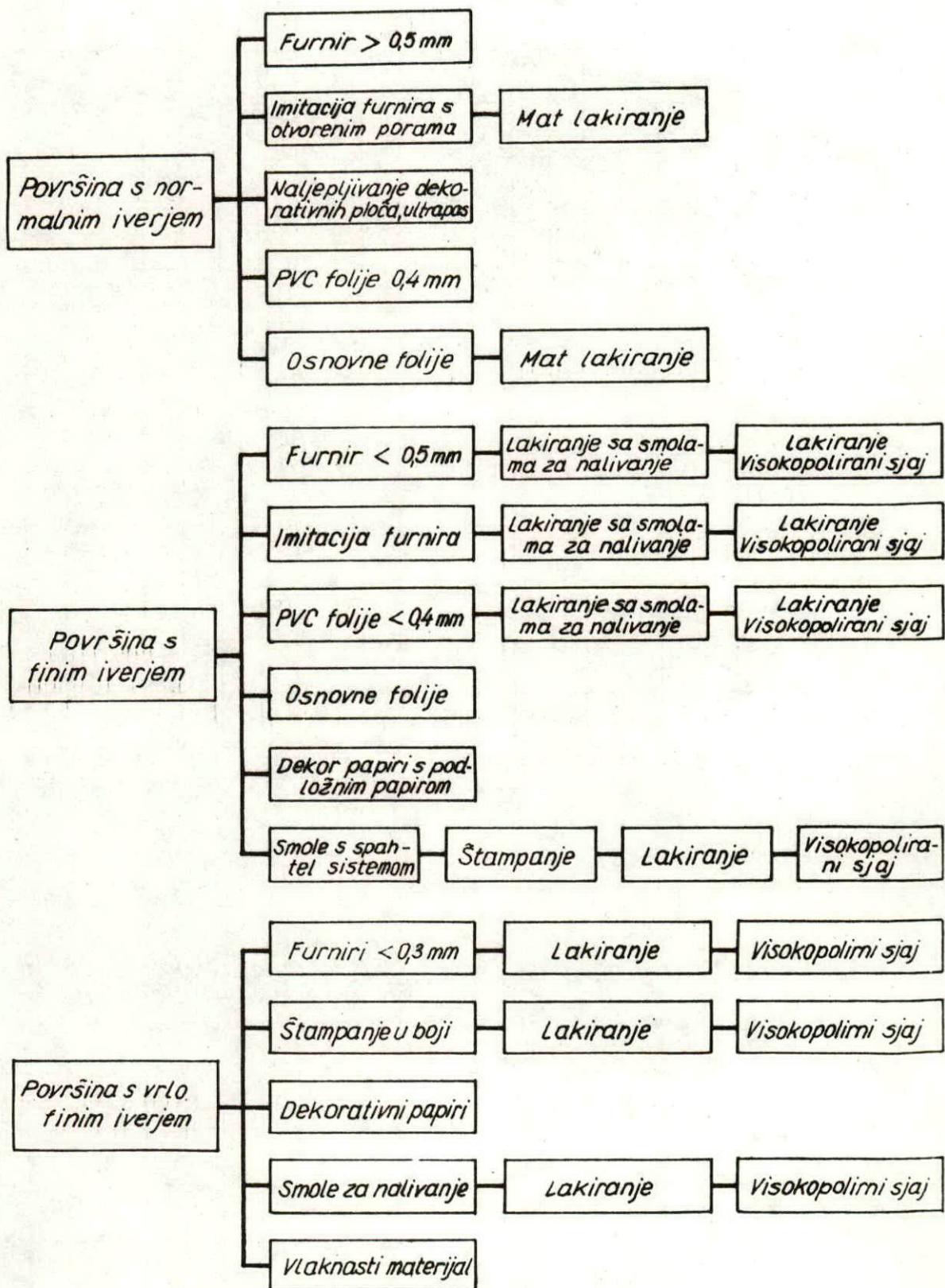
Nažalost o finoći vanjskog sloja vode brigu oni proizvođači iverica kojim je to potrebno za vlastitu industriju namještaja ili pogona oplemenjavanja. Tržištu se nudi kao i do sada "univerzalni tip ploča" sa srednje finim iverjem i za potrebe industrije namještaja kao i za gradjevinarstvo koje bi trebalo ploče sa normalnim iverjem. Vjerojatno je ovdje utjecala i politika dirigiranih cijena ploča iverica, koja ne stimulira specijalističku proizvodnju.

Da bi se mogla postići racionalna proizvodnja ploča sa finim ili vrlo finim vanjskim slojem bitni su pored ostalog sljedeći proizvodni parametri:

- a) Finoća iverja vanjskog sloja
- b) Točnost natresanja površine
- c) Točnost debljina ploča iza preše
- d) Točnost debljina ploča iza brušenja

*Tip ploča iverica prema
strukturi vanjske površine*

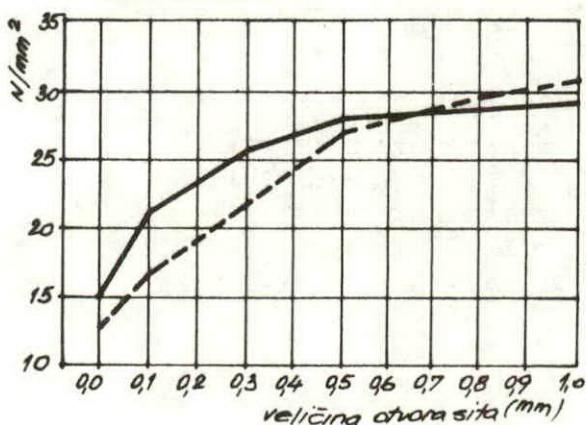
*Vrste oplemenjavanja
površine ploča iverica*



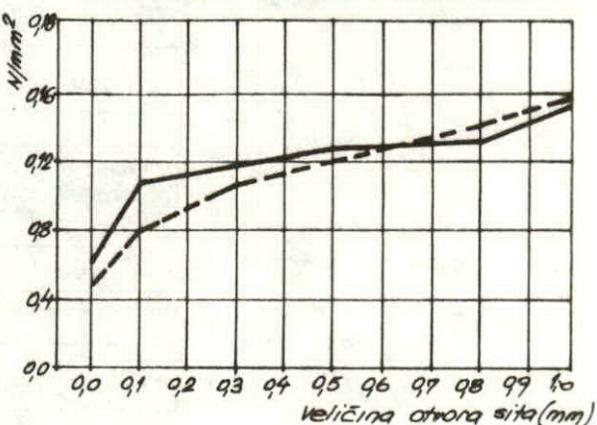
UTICAJ POJEDINIH FRAKCIJA MIKROIVERJA I
VLAKNATOG IVERJA NA SVOJSTVA PLOČA

Diagram br. 2.

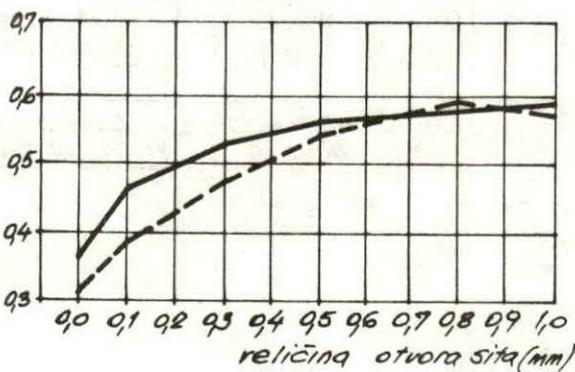
a) UTICAJ FRAKCIJA NA ČVRSTOĆU
SAVIJANJA



d) UTICAJ FRAKCIJA NA ČVRSTOĆU
RASLOJAVANJA VANJSKOG SLOJA

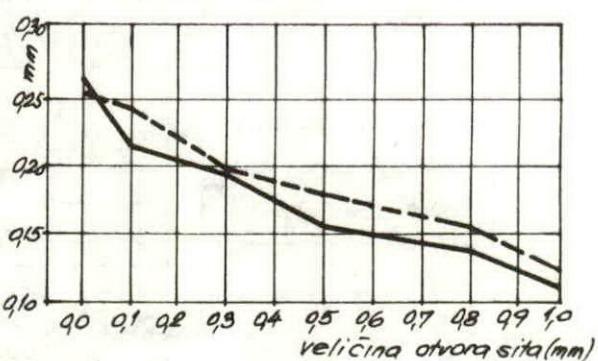


b) UTICAJ FRAKCIJA NA ČVRSTOĆU
RASLOJAVANJA



e) UTICAJ FRAKCIJA NA TEST
PARENJEM

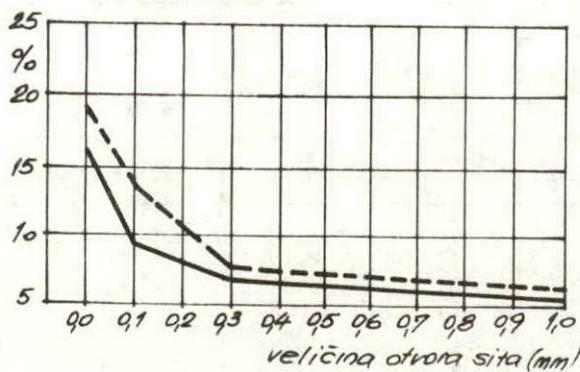
(ostatak bubrenja nakon
parenja i kondicioniranja)



— MIKROIVERJE

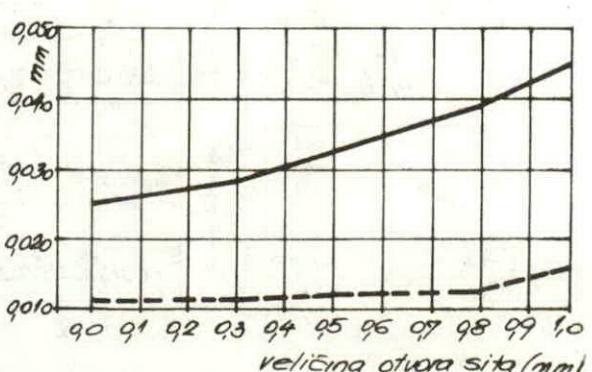
- - - VLAKNATO IVERJE

a) UTICAJ FRAKCIJA NA DEBLJINSKO
BUBRENJE



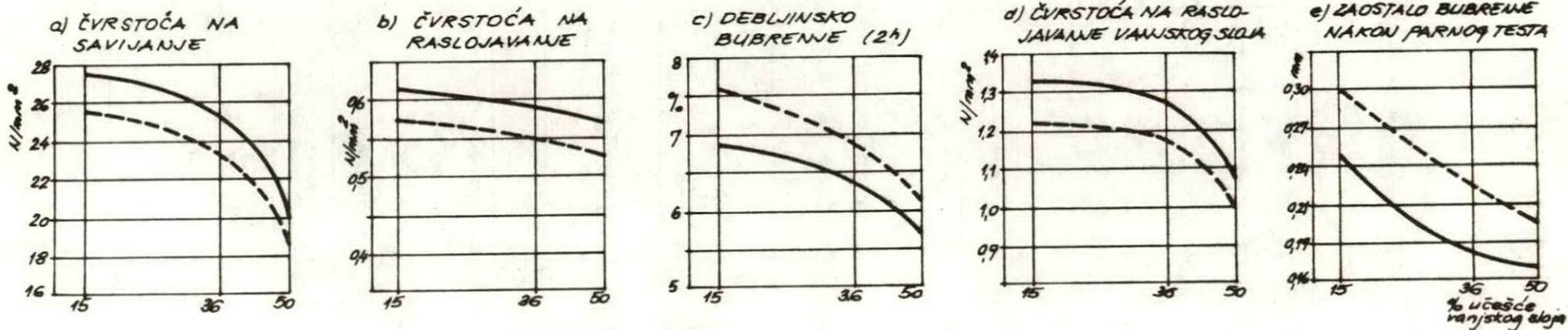
f) UTICAJ FRAKCIJA NA
HRAPAVOST POVRŠINE

(na kondicioniranu površinu)

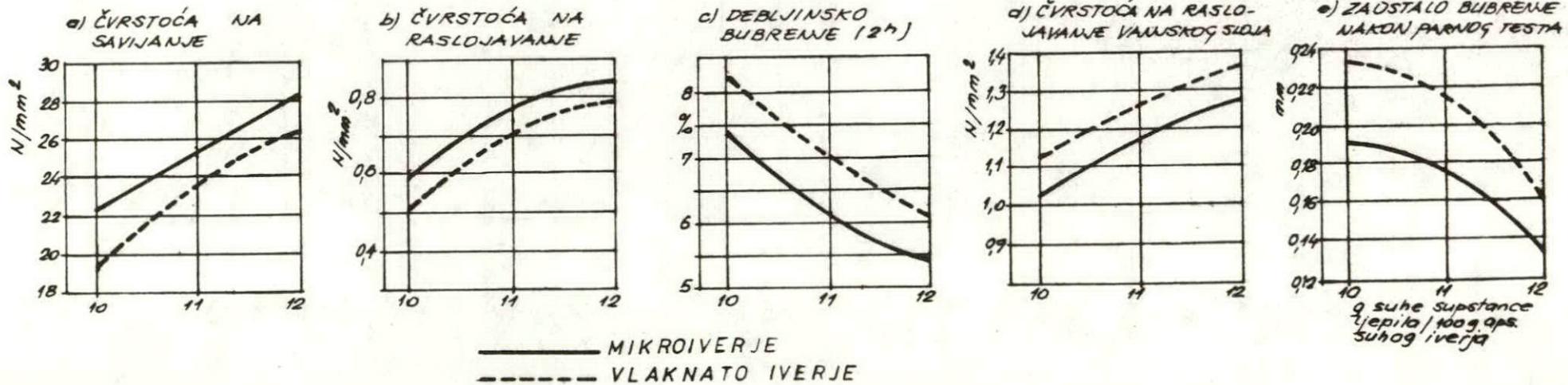


UTICAJ PROCENTUALNOG UČEŠĆA VANJSKOG SLOJA MIKRO I VLAKNATOG IVERJA NA SVOJSTVA PLOČA

Diagram br. 3



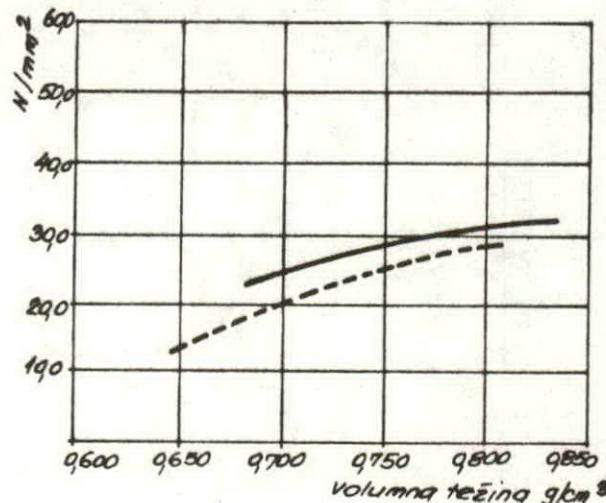
UTICAJ KOLIČINE LJEPILA NA SVOJSTVA PLOČA RADJENIH SA MIKRO I VLAKNATIM IVERJEM



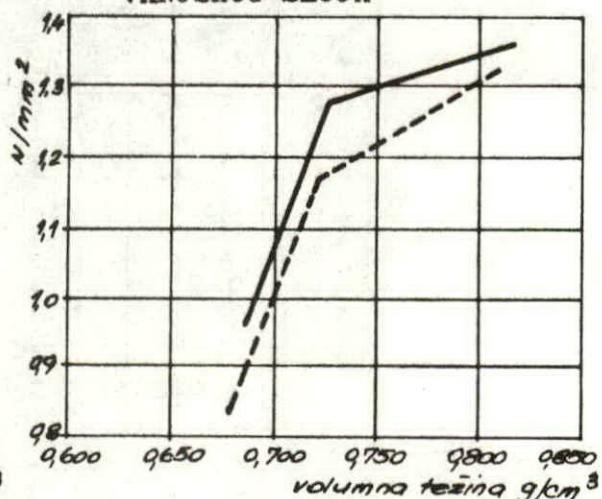
UTJECAJ VOLUMNE TEŽINE NA OSNOVNA I POSEBNA SVOJSTVA PLOČA
RADJENIH SA MIKRO I VLAKNATIM IVERJEM

Diagram br. 5

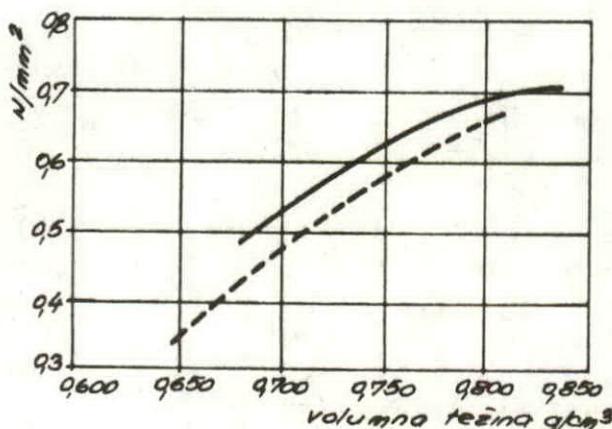
a) UTJECAJ VOLUMNE TEŽINE NA
ČVRSTOĆU SAVIJANJA



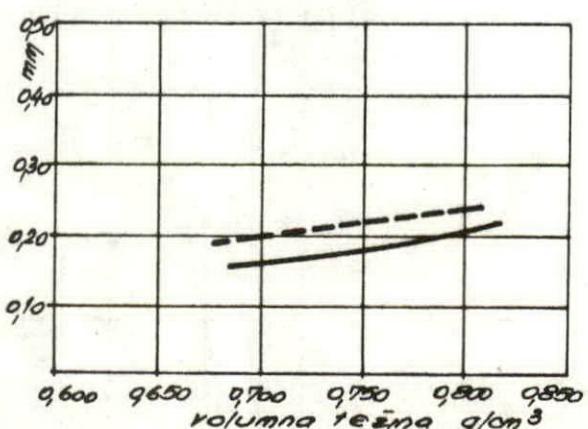
d) UTJECAJ VOLUMNE TEŽINE NA
ČVRSTOĆU RASLOJAVANJA
VANJSKOG SLOJA



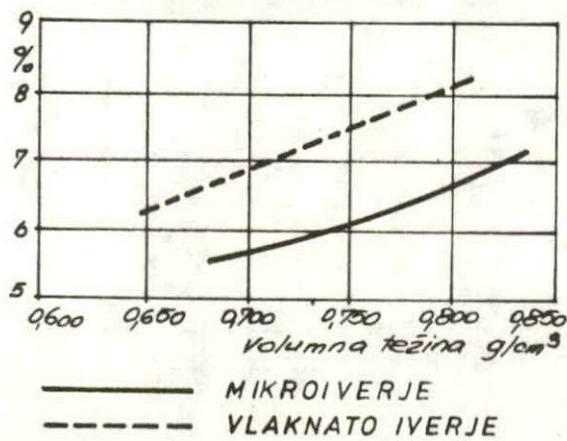
b) UTJECAJ VOLUMNE TEŽINE NA
ČVRSTOĆU RASLOJAVANJA



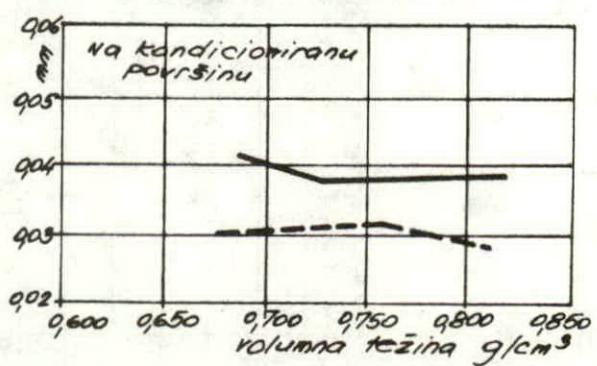
e) UTJECAJ VOLUMNE TEŽINE NA
TEST PARENJA



c) UTJECAJ VOLUMNE TEŽINE NA
DEBLJINSKO BUBRENJE



f) UTJECAJ VOLUMNE TEŽINE NA
HRAPAVOST POVRŠINE



— MIKROIVERJE

— VLAKNATO IVERJE

2.1 UTJECAJ FINOĆE IVERJA VANJSKOG SLOJA NA SVOJSTVA PLOČA

U prethodnom poglavlju dati su zahtjevi na finoći vanjskog sloja za potrebe industrije namještaja. Međutim finoća iverja ima utjecaja i na proizvodno-tehnološke parametre kao i na fizičko-mehanička svojstva iverica. Radi traženja optimalnih parametara između ova dva zahtjeva izvršeno je istraživanje utjecaja finoće pojedinih frakcija vrlo finog iverja na fizičko-mehanička svojstva.

Pri tome je obuhvaćeno ispitivanje sa vrlo finim iverjem vanjskog sloja definiranog kroz dva osnovna tipa:

- Mikroiverje - vrlo fino iverje usitnjeno na mlinovima, koji i u mikroobliku zadržava oblik iverja.
- Vlaknato iverje - vrlo fino iverje vanjskog sloja, usitnjeno na razvlaknjivaču, tako da u usitnjenoj formi ima oblik snopića vlakanaca.

Ispitivanje je izvršeno u laboratorijskom opsegu, gdje su ploče radjene komparativno pod istim tehnološkim uslovima (UF - ljepilo) sa mikro i vlaknatim iverjem, dok je srednji sloj u svim ispitivanjima bio isti.

Ispitivanje je obuhvatilo utjecaj frakcija, % učešća V.S. , ljepila i volumne težine na svojstva ploča sa vrlo finim vanjskim slojem. Dobiveni rezultati prikazani su u diagramima 2,3,4,5.

U diagramu br. 2 prikazan je utjecaj finoće frakcija kod iste volumne težine ($0,7 \text{ g/cm}^3$) i 11% S.S. ljepila/loo g atro iverja.

Iz dobivenih rezultata možemo zaključiti za obadvije vrste iverja:

- Finoća frakcija smanjuje čvrstoću savijanja, raslojavanja, raslojavanja vanjskog sloja, a povećava deblijinsko bubreњe i ostatak deblijinskog bubreњa nakon testa parenjem. Rezultati za obadvije vrste iverja kreću se približno istim tokom.
- Finije frakcije smanjuju hrapavost površine, pri čemu mikroiverje ima nešto veću hrapavost kod svih frakcija u odnosu na mikroiverje.

U diagramu br. 3 dat je prikaz utjecaja procentualnog učešća vanjskog sloja finog iverja na svojstva ploča kod istog sadržaja ljepila. Iz dobivenih rezultata vidimo da povećanjem učešća vanjskog sloja finog iverja padaju svojstva ploča i da će optimalan odnos biti različit kod raznih debljina ploča. Međutim dosadašnja iskustva ukazuju na minimalnu potrebu finog vanjskog sloja od 2,0 mm sa svake strane ploče, radi eliminisanja utjecaja grublje strukture srednjeg sloja na vanjsku površinu.

U diagramu br. 4 prikazan je utjecaj količine ljepila u iverju vanjskog sloja (10, 11, 12%), kod iste količine ljepila u srednjem sloju (8%) i volumne težine $0,7 \text{ g/cm}^3$. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da se povećanjem količine ljepila u vanjskom sloju povećavaju svojstva radjena sa vrlo finim iverjem, optimalan odnos doziranja kreće se između 11 - 12 % S.S. ljepila/loo g atro iverja kod obadvije vrste iverja.

U diagramu br. 5 dat je prikaz utjecaja volumne težine na svojstva ploča kod istog nanosa ljepila (VS = 12%, SS = 8%). Povećanjem volumne težine poboljšavaju se fizičko-mehanička svojstva, a raste debljinsko bubrenje i ostatak bubrenja nakon testa parenja.

Kod nas se danas ne proizvodi izričito ploča iverica sa vrlo finim vanjskim slojem posebno ne sa vlaknatim iverjem. Medjutim u vremenu koje dolazi, ako ploče iverice žele održati primat u području oplemenjavanja, morati će u konkurentnoj borbi sa MDF pločama prići ovoj proizvodnji. Danas se u Z. Evropi već ozbiljno radi na proizvodnji ploča sa vlaknatim iverjem u vanjskom sloju, a za poboljšanje površine i ekonomike oplemenjavanja.

U okviru ovih osnovnih utjecajnih parametara trebati će u budućnosti tražiti u svakom pogonu ovisno o tehnološkim mogućnostima, sirovini i zahtjevima, optimalno riješenje proizvodnje ploča sa vrlo finim iverjem.

3.0 NEKA SVOJSTVA BITNA ZA OBRADU

3.1 Točnost natresanja i površinske težine ploča

Kod proizvodnje ploča sa vrlo finim vanjskim slojem raspored površinske težine je vrlo bitan momenat. Na njega može utjecati puno proizvodnih parametara. Zato se navode samo neki bitni:

- ravnomjernost održanja vlage osušenog iverja;
- točnost doziranja ljepila i iverja;
- konstantan odnos vrste drvne sirovine i punjenja natresnih stranica;
- ispravnost rada natresne stanice;
- ispravnost kontrolnih vaga (protočne, pomoću izotopa).

Oscilacije površinske težine ploča ovisne su o debljinama a kreću se kod ispunjenja svih zatjeva u slijedećim granicama:

Površinska težina (probe loo x loo mm)	DEBLJINA PLOČA					
	Tvornica A			Tvornica B		
	6	19	22	8	13	25
Granice odstupanja proizvodnje od x za 95% uzoraka	± 11,4	± 6,5	± 6,0	± 9,9	± 7,7	± 5,6
Ukupan broj proba	720	720	720	570	570	570
Dozvoljen broj proba koje mogu otstupiti	38	38	38	28	28	28
Stvarni broj proba koje su otstupile	38	10	28	26	8	20
Stvarni procenat ispunjavanja garancija u%	95	98	96	95	98	96

Veća otstupanja od navedenih dovode do nehomogene strukture ploča, koja utječe na svojstva, točnost debljina, neujednačenost površine, pa je ovo bitan momenat za proizvodnju ploča sa vrlo finim vanjskim slojem.

3.2 Točnost debljina ploča

Točnost debljina neobrušenih i obrušenih ploča iverica bitan je momenat sa tehnološkog i ekonomskog aspekta.

Tehnološki gledano neu jednačena debljina sirovih ploča je prvi znak neu jednačene kvalitete. Sa ekonomskog aspekta to znači ako su ploče predebele nepotrebno brušenje vrlo finog skupog sloja odnosno ako su pretanke nepotrebno brušenje na slijedeću nižu debljinu, pri čemu u obadva slučaja ne možemo dobiti ploču sa finim vanjskim slojem.

Rezultati izvršenog ispitivanja daju se u donjoj tabeli:

Vrsta ploča	Debljina ploča (neto)		
Dебљина необрушенih ploča u mm	6	19	22
	6,94	20,58	23,62
Debljina obrušenih ploča	6,00	18,99	22,05
Razlika/nadomjera	0,94	1,58	1,57
% učešće neobrušenih ploča u granicama $\pm 0,4$ mm	97,7	83,8	79,6
% učešće obrušenih ploča u granicama $\pm 0,1$ mm	97,0	95,8	92,8

Iz rezultata je vidljivo, da se tačnost obrušenih ploča približava zahtjevima industrije namještaja, kojim se isključuje potreba naknadnog brušenja prije furniranja.

Z A K L J U Č A K

Skučenost prostora onemogučila je iznošenje svih dobivenih rezultata istraživanja u području proizvodnje iverica sa finim vanjskim slojem za potrebe industrije namještaja.

Medutim iz svih iznesenih rezultata može se zaključiti:

- a) Postojeća industrija iverica u SFRJ, daje proizvodnju koja kod pretežnog broja proizvodjača odgovara zahtjevima prema JUS-u.
- b) Ipak treba napomenuti da kod pojedinih proizvodjača kvalitet oscilira, uvjetovan nizom problema koji prate ovu proizvodnju, a što ne bi smjelo biti opravданje.
- c) Komparativno istraživanje vrlo finog iverja (mikro i vlaknatō) ukazuje da razlike u svojstvima nisu značajne a ploče odgovaraju zahtjevima po JUS-u, uz napomenu da vlaknato iverje daje manje hrapavu površinu.
- d) U proizvodnji iverica s vrlo finim vanjskim slojem bitni su pored ostalog točnost natresanja i debljina. Jedan dio proizvodjača dostiže ovu točnost i opremljen je za proizvodnju ploča sa vrlo finim vanjskim slojem. Medutim bar za sada naša finalna industrija i postojeći standardi to ne iniciraju. Medutim ukoliko se poboljša kvalitet MDF ploča (površinske fleke, ljepila), biti će u konkurentnim uslovima prisiljena i industrijija iverica da započne proizvodnju ploča sa vrlo finim vanjskim slojem.

MEBLO NOVA GORICA
TOZD I V E R K A

VPLIV SESTAVE IVERI VRHNJEGA SLOJA NA FAKTOR OLEPLJANJA IN MEHANSKE LASTNOSTI IVERNE PLOŠČE

1. UVOD

Sestava iveri v surovi iverni plošči ima izredno pomemben vpliv na mehanske lastnosti. Druga pomembna lastnost je površina iverne plošče, ki prav tako zavisi od sestave iveri. Na mehanske lastnosti vpliva sestava obeh slojev, medtem ko kavliteto površine definira sestava vrhnjega sloja.

Pričajoče delo obravnava samo sestavo iveri vrhnjega sloja in sicer iveri prašnega dela, to je debeline 0,0-0,2 mm in 1,2mm do 0,5 mm. Vsporedno z ugotovitvijo vpliva sestave iveri na mehanske lastnosti se je določevalo tudi faktor olepljanja (atro lepila na loo gr atro iveri) za posamezne debelinske razrede iveri vrhnjega sloja. Sestava iveri vrhnjega sloja med tehnološkim procesom izredno niha in je odvisna od vrste in stanja surovine, tehnologije iverenja lesa, sušenja, sejanja in transporta iveri.

2. DOLOČEVANJE FAKTORJA OLEPLJANJA

Pojem faktor olepljanja iveri pomeni utežni del suhe snovi lepila na loo gr absolutno suhih iveri (atro). Znano je, da je faktor olepljanja v odvisnosti od površine iveri. Površina iveri pa je nadalje odvisna od debeline iveri. Pri izdelavi ivernih plošč računamo na tehnološko najugodnejši faktor olepljanja, ki znaša med 12 in 13. Pri tem pa v glavnem ni znana porazdelitev lepila po debelinski razporeditvi iveri vrhnjega sloja. Nalo ga tega dela je bila ta, da se določi porazdelitev faktorja olepljanja po ivereh debelinske porazdelitve.

2.1. METODA DOLOČEVANJA FAKTORJA OLEPLJANJA

Obstaja več metod za določanje polimernih snovi kot je v našem primeru polikondenzat sečnine in formaldehyda. V tem primeru je bila izbrana zaradi fizičnih možnosti makro metoda določanja dušika po Kjeldahl-u.

2.1.1. MAKRO KJELDAHL METODA

Substanco, ki vsebuje dušik sežgemo s cone H_2SO_4 in katalizatorjem (K_2SO_4 , $CuSO_4$) tako, da dušik preide v amonsulfat. Z močno bazo ($NaOH$) in avodno paro izženemo amoniak v predložko s kislino. Preostanek kislino se retirira z bazo enake koncentraciji, iz porabe se izračuna količina dušika v zatehtani substanci. Po tej metodi se je določeval dušik v lepilni me-

šanici, olepljenih in neolepljenih iveri.

2.2. OBSEG

Pri določevanju porazdelitve lepila po debelinskih razredih iveri vrhnjega sloja se je ta razporeditev ugotovljala pri faktorjih olepljanja 10,0-A, 12,5-B in 15,0-C. Iveri, vzete iz proizvodnega procesa se je olepilo v laboratorijskem stroju za olepljanje(Fa.Lödige,ZRN) in olepljene in posušene presejalo v naslednje debelinske razrede - frakcije:

Debelina (mm)	0-0,2	0,2-0,5	0,5-0,63	0,63-0,8	0,8-1,0
Frakcija	1	2	3	4	5
Debelina	1,0-2,0	2,0-4,0			
Frakcija	6	7			

V posušenih, olepljenih in uprašenih frakcijah vzorcev A,B in C, povprečnem vzorcu neolepljenih iveri in posušeni ter uprašeni lepilni mešanici se je nato določilo vsebnost dušika (po 2.1.1).

2.3. REZULTATI

Iz dobljenih rezultatov vsebnosti dušika v vseh navedenih vzrocih se je izračunalo faktor olepljanja po frakcijah. Rezultati so prikazani v tabeli 1 in grafično na diagramu 1.

TABELA 1

Frakcija	Faktor olepljanja		
	A	B	C
1	14,6	18,5	22,6
2	10,6	13,8	15,7
3	8,5	10,6	12,9
4	6,4	7,8	9,5
5	5,3	6,6	7,7
6	4,1	4,9	6,3
7	2,0	2,4	3,4

Sejalna analiza neolepljenih iveri, katere so bile naknadno olapljene in analizirane, je bila naslednja:

Frakcija	1	2	3	4	5	6	7
Iveri (gr)	30,6	46,4	6,1	7,6	4,1	4,6	0,5

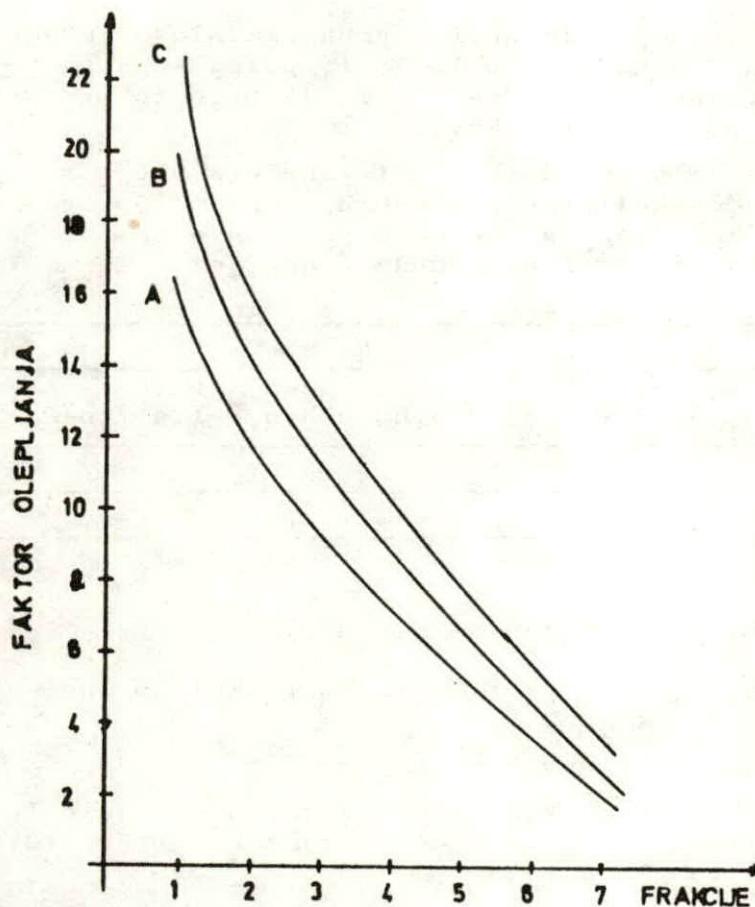


DIAGRAM 1: PORAZDELITEV FAKTORJEV OLEPLJANJ PO
FRAKCIJAH PRI STOPNJI OLEPLJANJA A,B,C

3. VPLIV SESTAVE IVERI VRHNJEGA SLOJA NA MEHANSKE LASTNOSTI

Uvodoma je bilo ugotovljeno, da sestava iveri vrhnjega sloja izredno niha, zlasti frakcija 1 (od 0,0-0,2mm) in frakcija

2 (0,2-0,5mm). Ta debelinski razred - frakcija pa je kot smo videli pod točko 2. največji "porabnik" lepila. Zato se je v laboratorijskem obsegu ugotavljalo vpliv sestave iveri vrhnjega sloja na mehanske lastnosti ivernih plošč.

3.1. IVERI

3.1.1. SESTAVA IVERI VRHNJEGA SLOJA

Iz štiriletnega obdobja sejalnih analiz vrhnjega sloja izhaja, da delež frakcij 1 in 2 niha med 50 in 75 %, poleg tega pa so tudi nihanja med frakcijami. Zaradi tega je bilo to osnovni vzrok, da se je pristopilo k raziskavi.

Na tračni tehtnici za silosom suhih iveri vrhnjega sloja se je odvzelo odgovarjajočo količino posušenih iveri (150 kg) vrhnjega sloja. To količino iveri se je nato presejalo na laboratorijskem sejalniku in sicer na naslednje frakcije:

Frakcija	1	2	3	4	5	6
Debelina iveri v mm	0,0-0,2	0,2-0,5	0,5-0,63	0,63-0,8	0,8-1,0	1,0-2,0
Frakcija		7				
Debelina iveri v mm		2,0-4				

Delovna hipoteza je bila naslednja:

1. Delež frakcij 1 in 2 je bil proti ostalim frakcijam naslednji:
A-40%, B-55%, C-70% (tabela 2,3,4)
2. Pri vsaki osnovni hipotezi (A,B in C) se je spremenjalo tudi razmerje med frakcijo 1 in 2 in sicer v razmerju 1:5, 1:2,5, 1:1, 2,5:1 in 5:1.(tabela 2,3,4).
3. Frakcije od 3 do 7 so bile za vse plošče konstantne in sicer na osnovi štiriletnih sejalnih analiz vrhnjega sloja v proizvodnji ivernih plošč.

Na osnovi delovne hipoteze je bilo iz frakcij vrhnjega sloja v potrebeni količini zatehtanih 15 vzorcev za nadaljno obdelavo.

TABELA 2:A-40% frakcij 1 in 2

Frakcija	Razmerje frakcij 1:2				
	1:5	1:2,5	1:1	2,5:1	5:1
1	6,7	11,4	20,0	28,6	33,3
2	33,3	28,6	20,0	11,4	6,7
3	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1
4	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1
5	13,4	13,4	13,1	13,4	13,4
6	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Oznaka plošče	A1	A2	A3	A4	A5

TABELA 3 :B-55% frakcij 1 in 2

Frakcija	Razmerje frakcij 1:2				
	1:5	1:2,5	1:1	2,5:1	5:1
1	9,2	15,7	27,5	39,3	45,8
2	45,8	39,3	27,5	15,7	9,2
3	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1
4	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1
5	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
6	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Oznaka plošče	B1	B2	B3	B4	B5

TABELA 4: C-70% frakcij 1 in 2

Frakcija	Razmerje frakcij 1:2				
	1:5	1:2,5	1:1	2,5:1	5:1
1	11,7	20,0	35,0	50,0	58,3
2	58,3	50,0	35,0	20,0	11,7
3	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1
4	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1
5	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
6	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Oznaka plošče	C1	C2	C3	C4	C5

3.1.2 IVERI SREDNJEGA SLOJA

Iveri srednjega sloja so bile prav tako vzete v potrebeni količini na tračni tehnicni za silosom suhih iveri srednjega sloja.

Za vse poskuse je bil sestav iveri srednjega sloja konstanter.

3.2. IZRAČUN IVERNE PLOŠČE

Izračun iverne plošče je bil narejen po metodologiji HOCH-SCULE ROSENHEIM, ZRN.

3.2.1. TEHNIČNI PODATKI

Velikost plošče: 400 x 400 mm

Debelina: 17,5 mm

Gostota: $\rho = 0,730 \text{ gr/cm}^3$

$\rho_0 = 0,676 \text{ gr/cm}^3$ - atro

Utežni del vrhnjega sloja: 40%

Utežni del srednjega sloja: 60 %

Faktor olepljanja: Vrhnji sloj 12,5

Srednji sloj 7,5

Hidrofobno sredstvo: 0,5%

Vsebnost suhe snovi lepila: 67 %

Vsebnost suhe snovi lepilne mešanice: vrhnji sloj 50%
srednji sloj 55 %

Vsebnost suhe snovi parafinske emulzije: 33%

Raztopina utrjevalca: 15%

Vlaga iveri: vrhnji sloj 4 %
srednji sloj 3 %

3.2.2. IZRAČUNANE VREDNOSTI

Iz osnovnih tehničnih podatkov se je izračunalo lepilne mešanice za vrhnji in srednji sloj, količine iveri ter količino lepilne mešanice za olepljanje iveri in količino iveri za natros. Izračunane vrednosti so prikazane v tabeli 5 za eno ploščo.

TABELA 5 : IZRAČUN PLOŠČE

Lepilna mešanica	Vrhnji sloj	Srednji sloj
Lepilo	128,3	115,5
Utrjevalec	2,15	13,9
Parafinska emulzija	10,32	15,5
Voda	31,22	-
<hr/>		
Olepljanje		
Iveri	715,7	1063,1
Lepilna mešanica	172,0	144,9
Natros	888,0	1208,0

3.3. ANALIZE

Lepilni mešanici vrhnjega in srednjega sloja se je analiziralo in določilo čas želiranja pri 100°C , pH, viskoznost (F_4) in procent suhe snovi. Določilo se je tudi vlagi neolepljenih in povprečno vlagi olepljenih iveri.

Rezultati so podani v tabeli 6.

TABELA 6: ANALIZA LEPILNE MEŠANICE IN IVERI

	Vrhni sloj	Srednji sloj
Lepilna mešanica		
Želiranje	355,0	96,0
pH	8,0	7,5
Suha snov v %	51,0	54,0
Viskoznost (sek)	17,0	25,0
Vlagi iveri (%)		
Neolepljene	4,0	3,0
Olepljene	9,8	13,1

3.4. IZDELAVA PLOŠČ

Po delovni hipotezi je bilo potrebno izdelati 15 vzorcev plošč. Za vsak vzorec se je v laboratorijskem stroju za olepljanje olepilo iveri za tri plošče. Olepljene iveri se je natreslo z laboratorijsko natresno postajo. Plošče se je stiskalo na fleksoplan podlagah z distančnimi letvami pri temperaturi 180°C pod naslednjimi pogoji stiskanja:

- zapiranje stiskalnice: 84 sek., -stiskanje: 162 sek
- odpiranje stiskalnice: 24 sek

Parametri stiskanja so bili povzeti po parametrih stiskanja proizvodnje ivernih plošč po tehnologiji Fa.SCHENCK,ZRN. Diagram stiskanja je prikazan na diagramu 2.

3.5. ANALIZA PLOŠČ

Kondicionirane plošče se je obrezalo na neto velikost 380×380 mm in nebrušene rezalo na epruvete za ugotavljanje naslednjih lastnosti:

- prostorninska masa JUS D.C 8.114
- upogibna trdnost JUS D.C 8.107
- trdnost vrhnjega sloja DIN 52 366

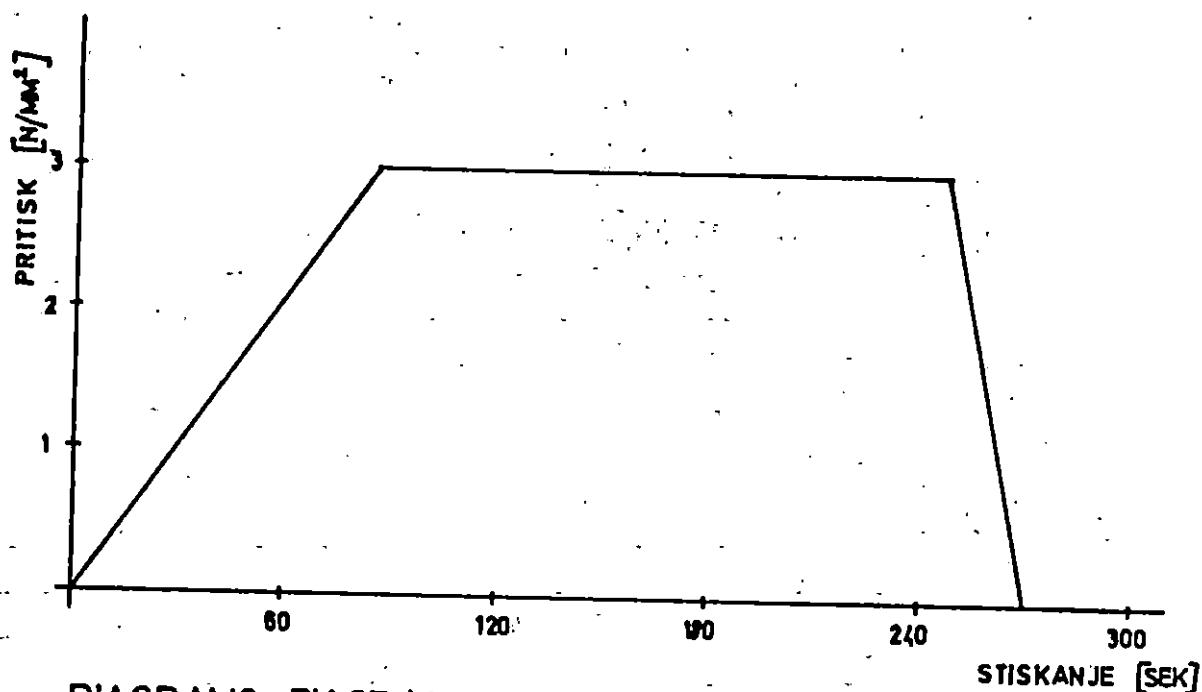


DIAGRAM 2: DIAGRAM STISKANJA

3.5. REZULTATI

V tabeli 7 so prikazani rezultati analiz plošč po predpisanih standardih. V diagramih 3-8 pa so prikazane grafične odvisnosti fizikalnih lastnosti laboratorijskih ivernih plošč od sestave iveri vrhnjega sloja

TABELA 7: REZULTATI ANALIZ PLOŠČ

Oznaka plošče	Prostorninska masa gr/cm ³	Upogibna trdnost N/mm ²	Trdnost vrh.sloja N/mm ²
A1	0,712	14,2	1,20
A2	0,710	13,8	1,12
A3	0,707	15,1	1,05
A4	0,701	14,0	1,23
A5	0,705	13,8	1,04

Oznaka plošče	Prostorninska masa gr/cm ³	Upogibna trdnost N/mm ²	Trdnost vrh.sloja N/mm ²
B1	0,697	14,3	1,23
B2	0,705	13,3	1,08
B3	0,711	13,9	0,88
B4	0,705	14,7	0,83
B5	0,799	13,9	0,83
C1	0,710	14,7	1,03
C2	0,710	10,0	0,97
C3	0,701	13,4	0,81
C4	0,707	13,6	0,78
C5	0,716	13,9	0,76

4. VREDNOTENJE REZULTATOV

4.1. FAKTOR OLEPLJÄNJA

Dobljeni rezultati (tabela 1) se ujemajo s tovrstnimi raziskavami, objavljenimi v tuji strokovni literaturi. Potrjena je predpostavka, da olepljenost iveri po debelinah ni linearne, temveč eksponentno narašča z zmanjšanjem debeline iveri. Tudi količina lepila (A,B,C) ne vpliva bistveno na to ugotovitev (diagram 1).

4.2. VPLIV SESTAVE IVERI VRHNJEGA SLOJA NA MEHANSKE LASTNOSTI

Rezultati v tabeli 7 kažejo na izredno zanimiv vpliv na mehanske lastnosti. Sestava iveri srednjega sloja je bila pri vseh vzorcih konstantna, vendar kljub temu pada upogibna trdnost zaradi soodvisnosti z vrhnjim slojem. Vrednosti so pri maksimalni udeležbi prašne frakcije (plošča C4,C5) za 10% nižje v primerjavi z vzorci A1 in B1 (diagram 3,4 in 5). Izredno zanimiva je odvisnost upogibne trdnosti od vzorcev A,B in C po posameznih odnosih med frakcijami 1 in 2 (diagram7). Pri manjši udeležbi frakcije 1 se upogibne trdnosti linearno znižujejo. Pri odnosu 1:1 linearno padajo in pri maksimalni udeležbi frakcije 1 (5:1, plošča A5,B5 in C5) se upogibna trdnost ne spreminja, kar potrjuje, da prašna frakcija ne vpliva na mehanske lastnosti.

Zelo izrazit je vpliv sestave iveri vrhnjega sloja (tabela 2,3,⁴ in 7). Iz diagramov 6 in 8 je razvidno, da z večanjem udeležbe frakcije 1 in 2 v sestavi iveri vrednosti linearno padajo. Na vrednosti vpliva sestav frakcij 1 in 2 (vzorci A,B,C), kot tudi naraščane frakcije 1 v vzorcih 1-5 (diagram 6 in 8).

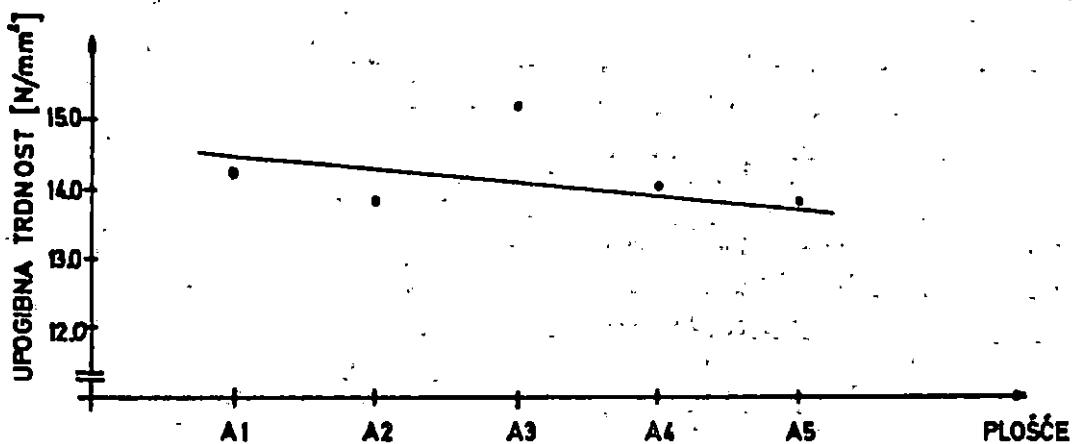


DIAGRAM 3: UPOGIBNA TRDNOST VZORCEV A

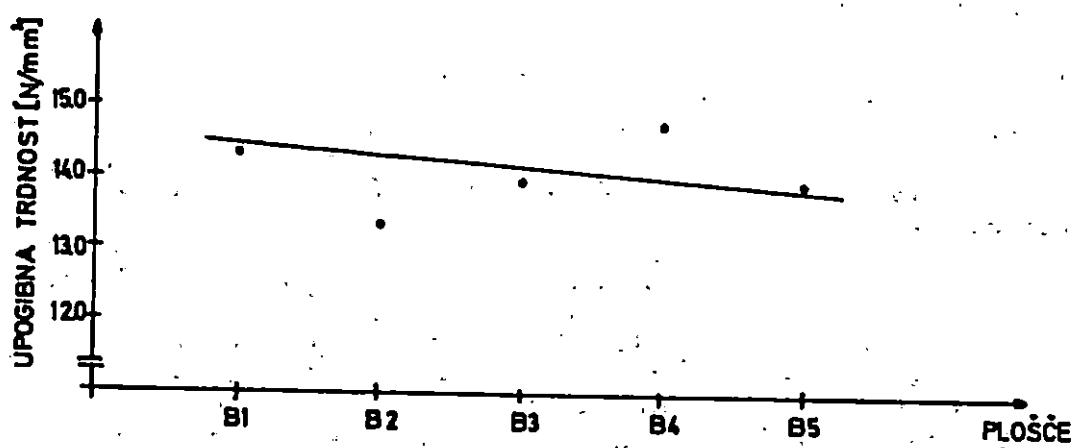


DIAGRAM 4: UPOGIBNA TRDNOST VZORCEV B

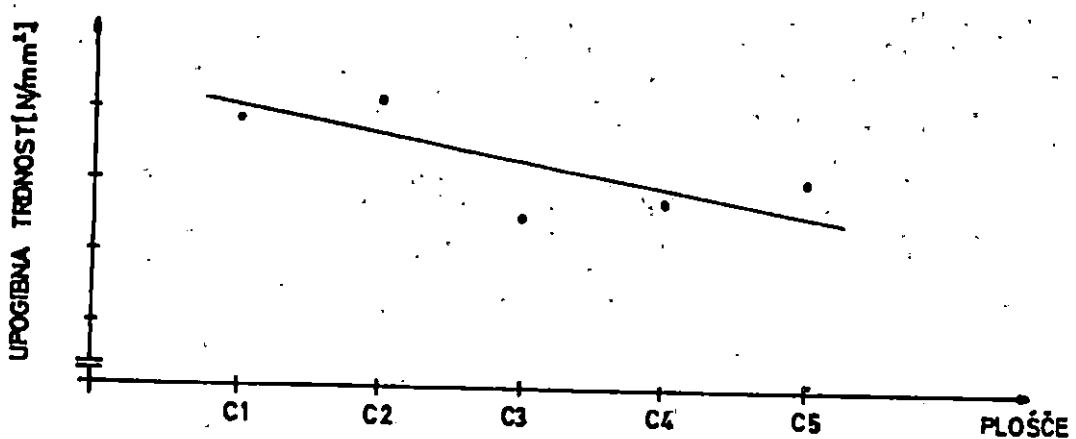


DIAGRAM 5: UPOGIBNA TRDNOST VZORCEV C

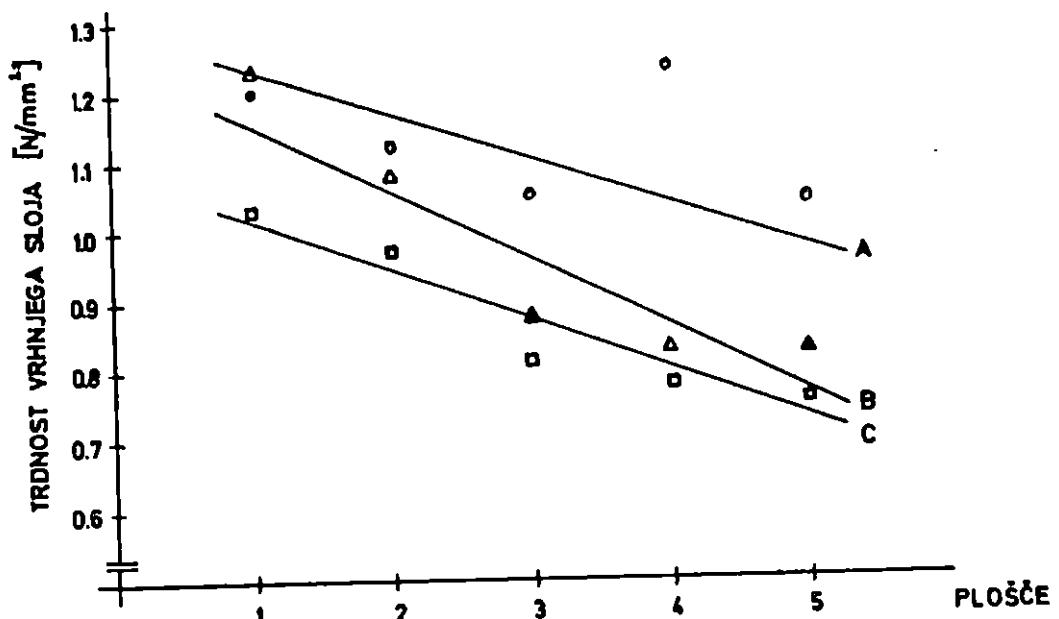


DIAGRAM 6: TRDNOST VRHNJEGA SLOJA V ODVISNOSTI VZORCEV A,B,C

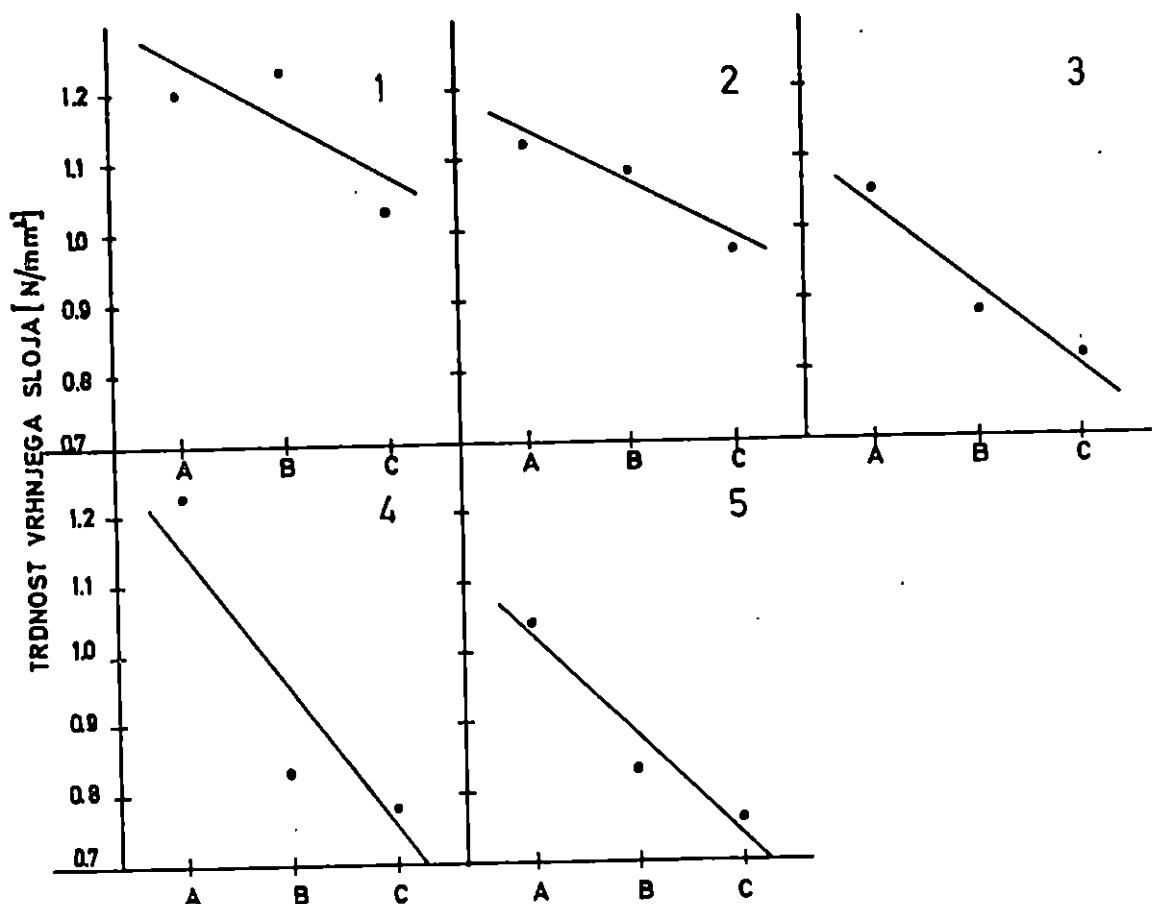


DIAGRAM 8: TRDNOST VRHNJEGA SLOJA V ODVISNOSTI OD
VZORCEV A,B,C IN VZORCEV 1- 5

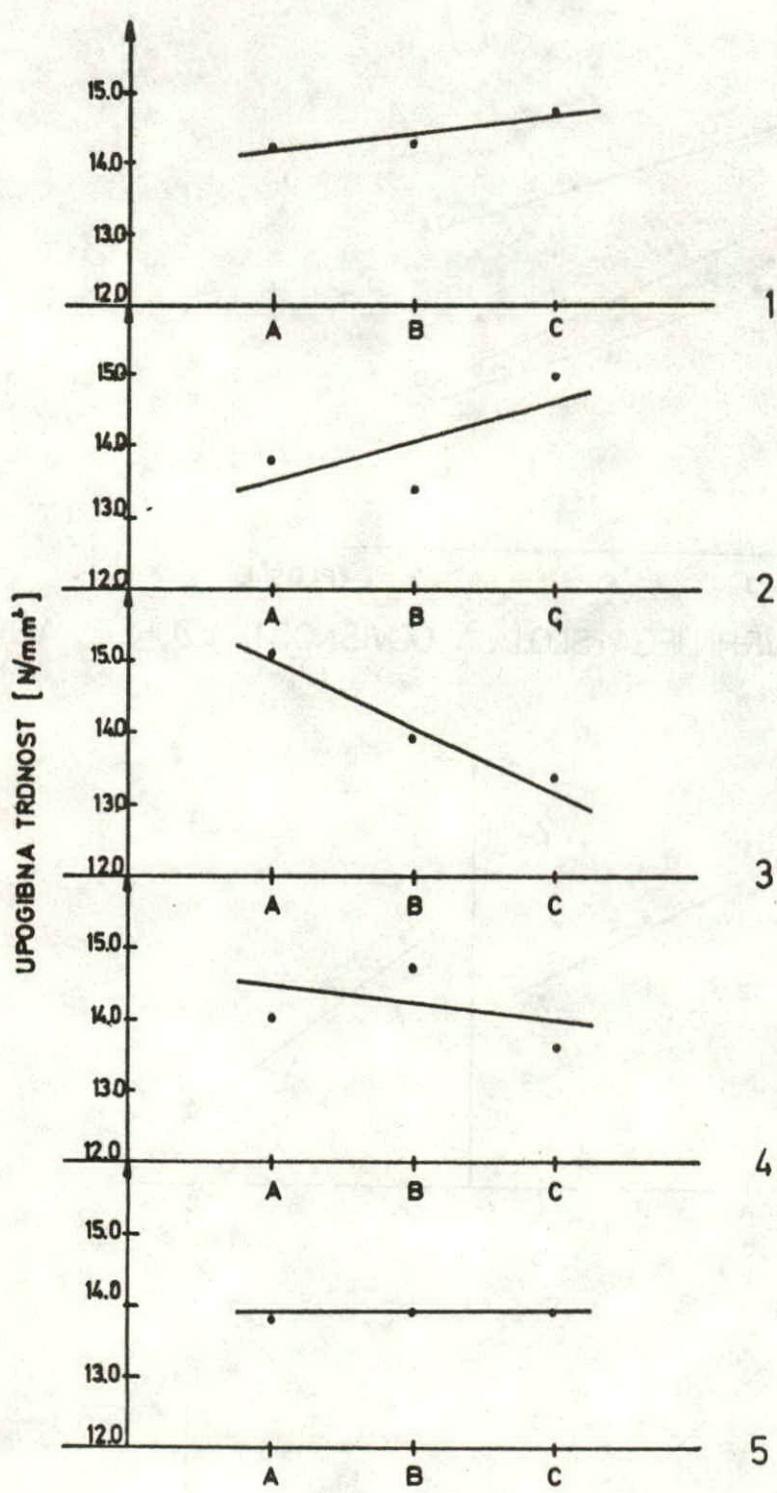


DIAGRAM 7: UPOGIBNA TRDNOST V ODVISNOSTI OD VZORCEV
A, B, C IN VZORCEV 1-5

5. ZAKLJUČEK

Iz primerjav dobljenih rezultatov izhaja izredno pomemben vpliv prašne frakcije (frakcija 1 in 2) na mehanske lastnosti, kot so upogibna trdnost in trdnost vrhnjega sloja. Prašna frakcija in mehanske lastnosti sta si obratno sorazmerni. Z večjo udeležbo prašne frakcije v sestavi iveri vrhnjega sloja se znižujejo mehanske lastnosti. Iz rezultatov izhaja, da so optimalne vrednosti pri celotnem deležu prašne frakcije med 40 in 50 %, ter razmerju frakcij 1 in 2 med 1:5 in 1:1, pri povprečnem faktorju olepljanja 12,5.

V tehnološkem procesu proizvodnje iveri z visoko udeležbo prašne frakcije, bi se moralo zaradi padanja mehanskih lastnosti povečati faktor olepljanja, kar pa na drugi strani vpliva na ekonomiko proizvodnje ivernih plošč. Določevanje porazdelitve olepljanja po debelinah iveri dokazuje tehnološko in ekonomsko upravičenost ločenega olepljanja prašnega in ostalega dela iveri vrhnjega sloja. Iz rezultatov izhaja, da so možni prihranki porabe lepila v vrhnjem sloju do 10 %.

Tako kot ima sestava iveri vrhnjega sloja vpliv na porabo lepila in mehanske lastnosti, ima tudi na površino iverne plošče. Predstavljeno delo te problematike ni obravnavalo. Smotrno bi bilo raziskati tudi to področje, kajti površina in mehanske lastnosti iverne plošče sta osnovna elementa kvalitete oziroma področja uporabe.

Dipl.ing. Florijan Hvala

UTJECAJ HRASTOVINE, KESTENOVINE I PRAČKE VINOVE
LOZE (odrezani dio stabljične vinove loze) NA
KVALITETNA SVOJSTVA PLOČA IVERICA

1. UVOD

Nedostatak drvnih sirovina za proizvodnju ploča iverica nameće potrebu proširenja korištenja vrsta drva i lignoceluloznih materijala. Sam taj podatak obavezuje nas da vršimo istraživanja i sa drugim drvnim vrstama i nusproizvodima poljoprivrednih biljaka, kako bi se i one mogle uključiti u proizvodnju ploča iverica.

Od najvećeg interesa za SR Makedoniju u tom cilju je uključivanje hrastovine iz niskih šuma i šikara. Treba se istaći da SRM raspolaze sa 302.174 hektara hrastove šume (pretežno niske šume i šikare), drvene mase 14,564.299 m³, godišnjeg prirasta 476.187 m³ i seče 346.000 m³.

Količina sečive mase, pouzdano se ne zna za kesten, no računa se na 5.000 do 6.000 m³, koja može da se koristi za proizvodnju ploča iverica.

SR Makedonija raspolaze sa 31.803 ha lozovih nasada ili sa 136.493.000 čokota. Ako se ima u vidu da na 1 ha nastaje 2,5 tona pračke (stabljične od obrezivanja) onda se dobiva nova lignocelulozna masa od 79.507 tona godišnje u vidu pračke.

2. CILJ ISPITIVANJA

Cilj ispitivanja je bio da se utvrdi sa kojim procentom može učestvovati hrastovina u površinskom i unutrašnjem sloju za dobijanje ploča iverica i koji procent učešće hrastovine daje najpovoljnija kvalitetna svojstva. Isti cilj je bio i kod ispitivanja pračke vinove loze. Kod ispitivanje kestenovine ista je ispitivana u korištenju samo za unutrašnji sloj.

3. METOD RADA

Izvršeno ispitivanje sastoji se od tri faze:

1. Proizvodnja i ispitivanje ploča iverica od hrastovine.
2. Proizvodnja i ispitivanje ploča iverica od kestenovine.
3. Proizvodnja i ispitivanje ploča iverica od pračke vinove loze (stabljika od obrezivanja).

U postavljenom cilju za rad, kao osnovna sirovina od koje su proizvedene ploče iverice predviđjeli smo da bude hrast-kitnjak, koji se meša sa određenim procentom topole. Znači kao glavna lignocelulozna sirovina kod ploča iverica koje su ispitivane u prvoj fazi su hrast i topola. Hrast koji nam služi kao sirovina u ovom našem ispitivanju uzet je sa lokaliteta Drenovo (Demir-Kapija, SR Makedonija). Oblice su bile debljine od 7 do 15 cm ili srednje 11,5 cm. Procenat kore od 9,5 do 16,2% ili srednje 12,1%, vlažnost u oblicama kretala se od 37,7 do 57,4% ili srednje 46,04%, srednja vlažnost iverja nakon iveranja iznosila je 42%.

Kao vezivno sredstvo u svim ispitivanjima ploča iverica korišteno je karbamid-formaldehidno ljepilo.

Prosejavanje ivera od hrasta vršeno je na dva sita sa otvorima 10 x 10 mm i 5 x 5 mm, a kod topolovog iverja samo na situ 10 x 10 mm.

Na osnovu merenja dobili smo podatke o osobinama iverja koji su prikazani u tabeli 1.

Osnovni podaci o korištenom iverju

Tabela 1.

Red. broj	S V O J S T V A	hrastovina		topolovina	
		U.S.	P.S.	P.S.	U.S.
1.	Prosečne dimenzije				
	- dužina u mm.	16,01	5,35	7,69	
	- širina u mm.	3,39	0,97	1,36	
	- debljina u mm.	0,20	0,13	0,15	
2.	Koeficijent vitkosti	80,05	41,15	51,27	
3.	Koeficijent širine	4,72	5,51	51,27	
4.	Aktivna dodirna površina u m ² /100 g.	1,53	1,00	2,96	

3.1 OSNOVNI PARAMETRI LABORATORISKE IZRADE PLOČA

Izrada ploča iverica vršena je laboratoriskom metodom. Dimenzije ploča su iznosile 560 x 455 x 17,3 mm. Drugi parametri su kako slijedi:

- volumna težina 0,700 gr/cm³;
- učešće površinskog sloja (P.S.) 40% i učešće unutrašnjeg sloja (U.S.) 60% u odnosu na debljinu ploča;
- učešće lepila u površinskom sloju 11% i u unutrašnjem sloju 8%;
- pritisak presovanja 2,5 MPa;
- temperatura presovanja 150 °C;
- vreme presovanja 10 minuta.

3.2 POSTAVLJENE VARIJANTE ZA ISPITIVANJE UTICAJA UČEŠĆA SIROVINA NA KVALITETNA SVOJSTVA

Učešće pojedinih drva u površinskom i unutrašnjem sloju ploča istraživan je kako sledi, a vidljiv je iz tabelarnih pregleda.

Procentualan odnos hrastovine i topolovine u površinskom i unutrašnjem sloju ploča

Tabela 2.

Red. broj	Oznaka	Površinski sloj		Unutrašnji sloj	
		hrast	topola	hrast	topola
		%	%	%	%
1.	I/1	100	0	100	0
2.	I/2	75	25	100	0
3.	I/3	50	50	100	0
4.	I/4	25	75	100	0
5.	I/5	0	100	100	0
6.	I/1	100	0	75	25
7.	I/2	75	25	75	25
8.	I/3	50	50	75	25
9.	I/4	25	75	75	25
10.	I/5	0	100	75	25
II.	II/1	100	0	50	50
12.	II/2	75	25	50	50
13.	II/3	50	50	50	50
14.	II/4	25	75	50	50
15.	II/5	0	100	50	50

16.	2/1	100	0	25	75
17.	2/2	75	25	25	75
18.	2/3	50	50	25	75
19.	2/4	25	75	25	75
20.	2/5	0	100	25	75
21.	III/1	100	0	0	100
22.	III/2	75	25	0	100
23.	III/3	50	50	0	100
24.	III/4	25	75	0	100
25.	III/5	0	100	0	100

Procentualni odnos kestenovine i normalnog ivera u unutrašnjem sloju ploča

Tabela 3.

Red. broj	Oznaka	Unutrašnji sloj iver dođiven od		Površinski sloj	
		kestenski	normalan	normalan	%
1.	I	100	0	100	
2.	II	80	20	100	
3.	III	60	40	100	
4.	IV	40	60	100	
5.	V	20	80	100	

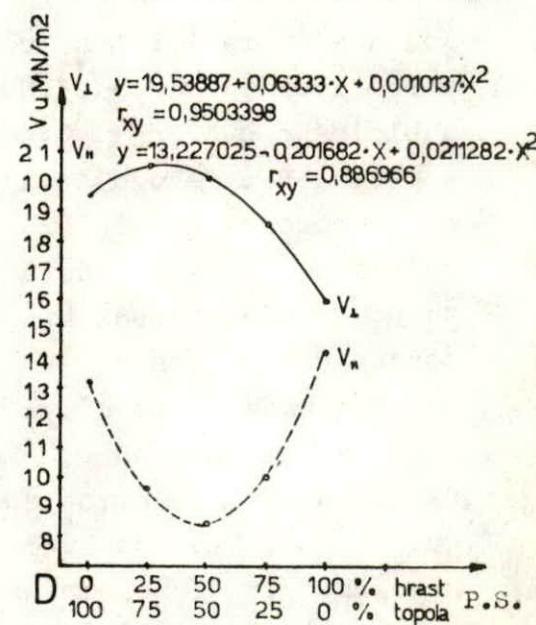
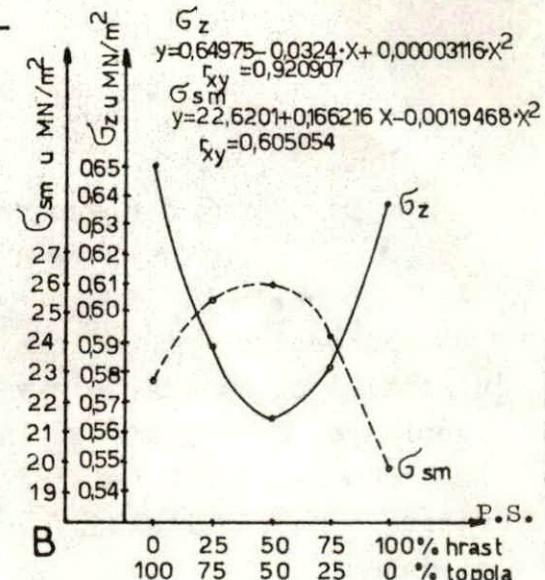
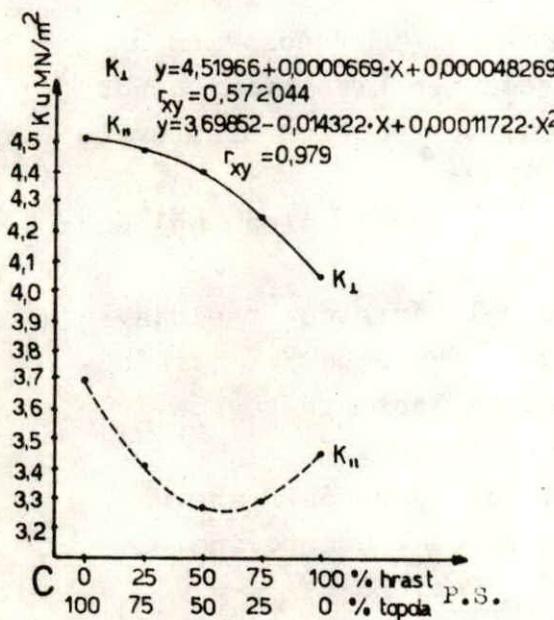
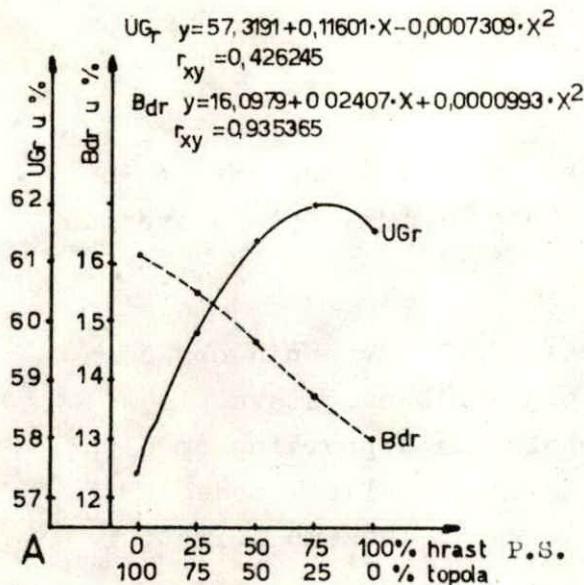
Procentualni odnos pračke vinove loze i normalnog ivera u površinskom i unutrašnjem sloju

Tabela 4.

Red. broj	Oznaka	Površinski sloj		Unutrašnji sloj	
		pračke vin. loze	normalan iver	pračke vin. loze	normalan iver
1.	L/1	0	100	0	100
2.	L/2	25	75	0	100
3.	L/3	50	50	0	100
4.	L/4	75	25	0	100
5.	L/5	100	0	0	100
6.	L/6	0	100	0	100
7.	L/7	0	100	25	75
8.	L/8	0	100	50	50
9.	L/9	0	100	75	25
10.	L/10	0	100	100	0

4. REZULTATI ISPITIVANJA

Radi organičenosti prostora svi rezultati koji su dobijeni u ovom ispitivanju prikazani su grafički.



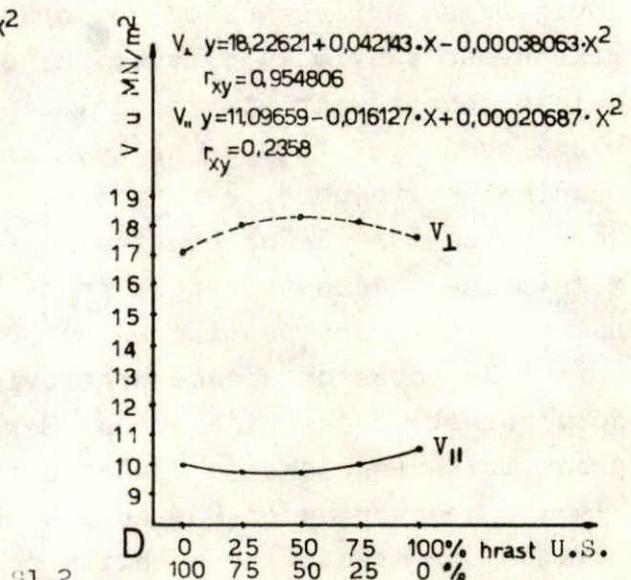
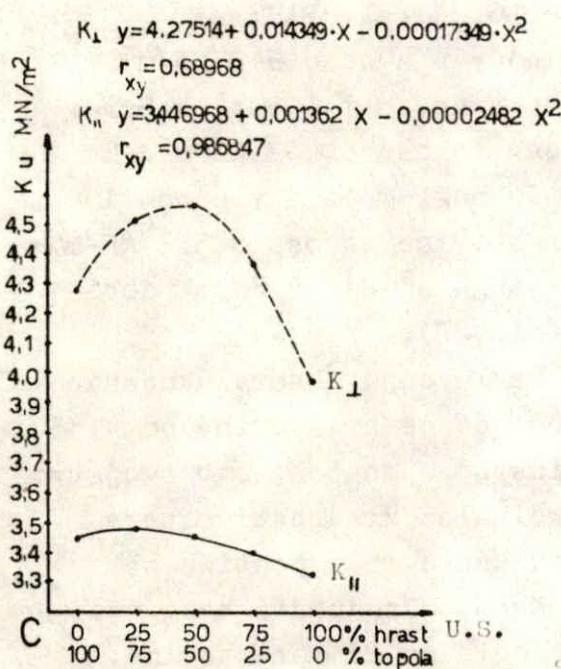
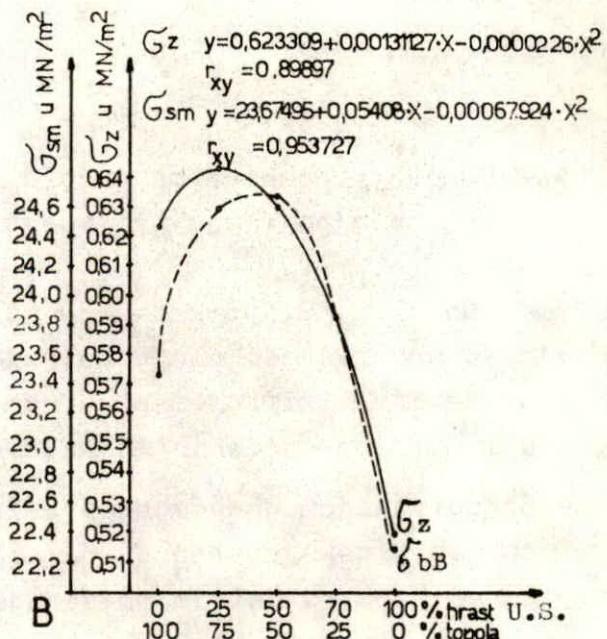
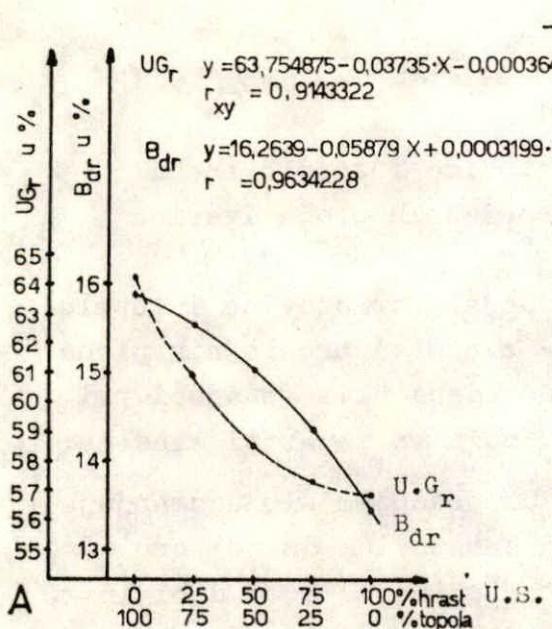
S1.1

UTICAJ PROCENTUALNOG UČEŠĆA HRASTOVINE I TOPOLOVINE U POVRŠINSKOM SLOJU NA: A. UPIJANJE VODE I DEBLINSKO BUBRENJE B. ČVRSTOČU RASLOJAVANJA I SAVIJANJA C. OTPOR PREMA IZVLAČENJU EKSERA D. OTPOR PREMA IZVLAČENJU VIJAKA

4.1 Uticaj procentualnog učešća hrastovine i topolovine u površinskom sloju na svojstva troslojnih ploča iverica

Na osnovu sprovedenih istraživanja i izvršenih obračuna u slici 1 prikazana je zavisnost pojedinih svojstava ploča iverica od učešća hrastovine i topolovine u površinskom sloju. Analizom rezultata prikazanih na navedenoj slici, vodeći računa o načinu i cilju ovog istraživanja, možemo primetiti sledeće:

- Kod učešća različitih količina hrastovine i topolovine u ploči iverice od 0 do 100%, sa povećanjem hrastovine opada debljinsko bubrenje. Ovo je ispod 15%, za učešće hrastovine u površinskom sloju iznad 40% (sl. 1A);
- sa povećanjem učešća hrastovine u površinskom sloju upijanja vode u ploči se povećava (sl. 1A);
- sa povećanjem učešća hrastovine do 50%, čvrstoća raslojavanja opada do $0,565 \text{ MN/m}^2$, a iznad ovog procenta od 50% čvrstoća raslojavanja se povećava tako da se za 100% hrastovine dostiže vrednost od $0,637 \text{ MN/m}^2$ (sl. 1B);
- sa porastom hrastovine do 50%, savojna čvrstoća raste na $26,1 \text{ MN/m}^2$, kasnije opada, tako da za 100% hrastovine savojna čvrstoća opada na $19,7 \text{ MN/m}^2$ (sl. 1B);
- sa povećanjem učešća hrastovine otpor prema izvlačenju eksera (klinca) opada, tako da za 100% topolovine otpor prema izvlačenju eksera zakucanih na površini ploče iznosi $4,52 \text{ MN/m}^2$, a za 100% hrastovine ono iznosi $4,04 \text{ MN/m}^2$. Sa porastom hrastovine do 50%, otpor prema izvlačenju eksera zakucanih na kantovima probe opada na $3,28 \text{ MN/m}^2$, a sa porastom hrastovine do 100% je u blagom porastu i iznosi $3,44 \text{ MN/m}^2$ (sl. 1C);
- sa povećanjem učešća hrastovine do 25% otpor prema izvlačenju vijaka uvrnuti normalno na površini probe je u porastu do $20,5 \text{ MN/m}^2$, a sa daljim porastom hrastovine do 100%, ovo svojstvo opada na $15,8 \text{ MN/m}^2$. Sa porastom hrastovine do 50%, otpor prema izvlačenju vijaka uvrnutih na kantovima opada do $8,50 \text{ MN/m}^2$, a sa daljim porastom hrastovine do 100% ovo svojstvo raste na $14,2 \text{ MN/m}^2$ (sl. 1D).



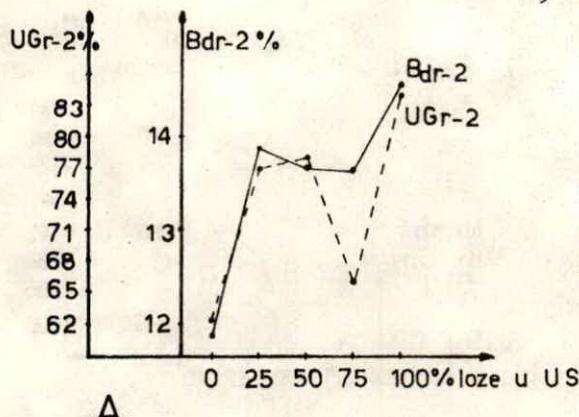
Sl.2

UTICAJ PROCENTUALNOG UČEŠĆA HRASTOVINE I TOPOLOVI-
NE U UNUTRAŠNjem SLOJU NA:(A)UPIJANJE VODE I DEB-
LINSKO BUBRENJE,(B.)ČVRSTOĆU RASLOJAVANJA I SAVIJA-
NJA, (C.)OTPOR PREMA IZVLAČENJU EKSERA
(D.)OTPOR PREMA IZVLAČENJU VIJAKA

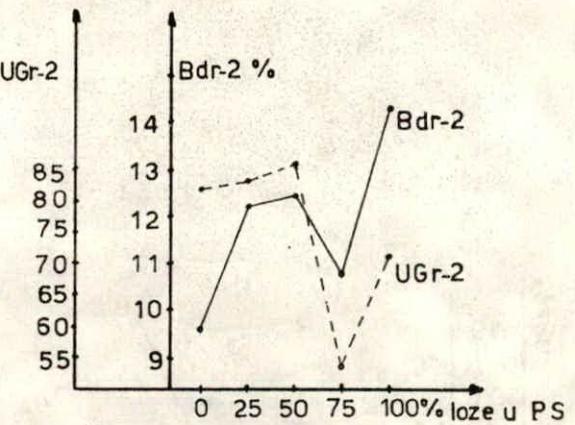
4.2 Uticaj procentualnog učešća hrastovine i topolovine u unutrašnjem sloju na svojstva troslojnih ploča iverica

Na slici 2, prikazan je uticaj učešća hrastovine i topolovine u unutrašnjem sloju na pojedina svojstva troslojnih ploča iverica. Analiziranjem podataka sa navedene slike znajući pri tom i cilj sprovedenih istraživanja, može se zapaziti sledeće:

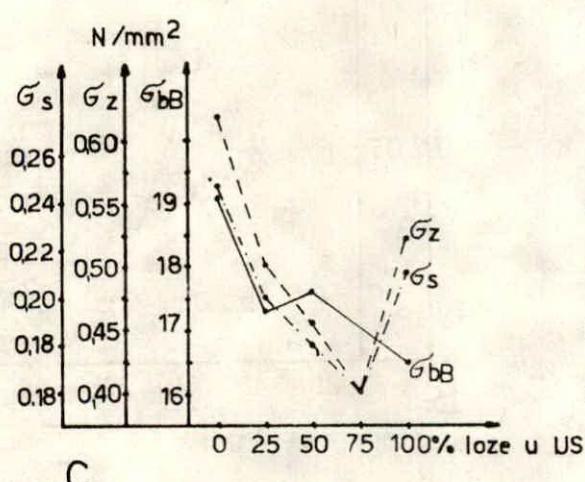
- Sa povećanjem učešća hrastovine u unutrašnjem sloju smanjuje se debljinsko bubrenje. Sa učešćem hrastovine do 50% ovo iznosi 15%, a daljim povećanjem hrastovine na 100% debljinsko bubrenje iznosi 13,2%;
- upijanje vode sa porastom hrastovine od 0 do 100% u unutrašnjem sloju smanjuje se od 64,2 na 56,8% (sl. 2A);
- maksimalne vrednosti čvrstoće raslojavanja od 0,642 MN/m² dobijene su pri učešću od 25% hrastovine, ali i one sa 50% hrastovine sasvim su blizu ovih, one iznose 0,632 MN/m². Sa daljim porastom hrastovine dolazi do naglog pada vrednosti ovoga svojstva, tako da za 100% hrastovine iznose 0,518 MN/m²;
- maksimalne vrednosti čvrstoće savijanja od 24,68 MN/m² dobijene su za 50% učešća hrastovine (sl. 2B);
- maksimalne vrednosti otpora prema izvlačenju eksera ukucanih na površini probe postiže se sa 50% učešće hrastovine od 4,55 MN/m². Sa porastom učešće hrastovine od 0 do 50%, ovo svojstvo je u porastu, a kasnije opada. Maksimalne vrednosti otpora prema izvlačenju eksera ukučanih na kantovima, postiže se učešćem hrastovine od 25% sa 3,46 MN/m². Vrednosti ovog svojstva sa 50% hrastovine su blizu do onih sa 25% hrastovine. Sa porastom učešća hrastovine do 25% ovo svojstvo raste, a nakon toga opada (sl. 2C);
- maksimalne vrednosti otpora prema izvlačenju vijaka uvrnuti upravno na površini probe, dobijane su učešćem hrastovine od 50% sa iznosom od 19,3 MN/m². Sa porastom hrastovine do 50% ovo svojstvo raste, a nakon toga ovo svojstvo opada. Sa porastom hrastovine do 25%, otpor prema izvlačenju vijaka uvrnuti na kantovima, u blagom je padu, sa minimalnom vrednošću od 11,08 MN/m². Nakon toga otpor raste (sl. 2D).



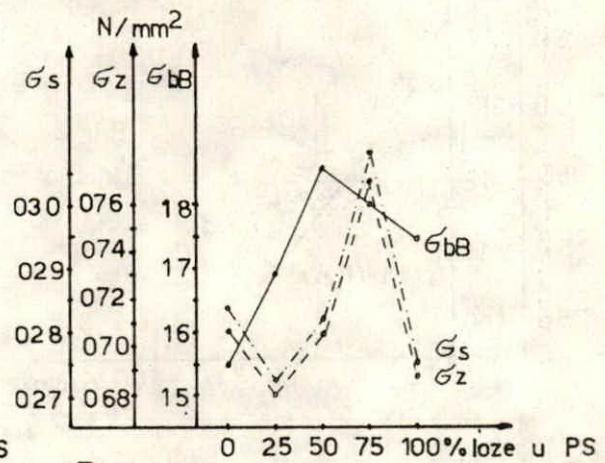
A.



B.



C.

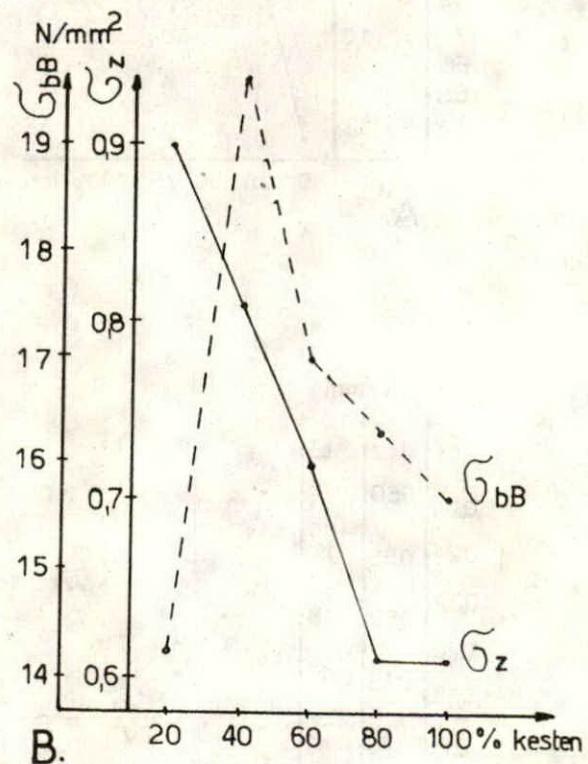
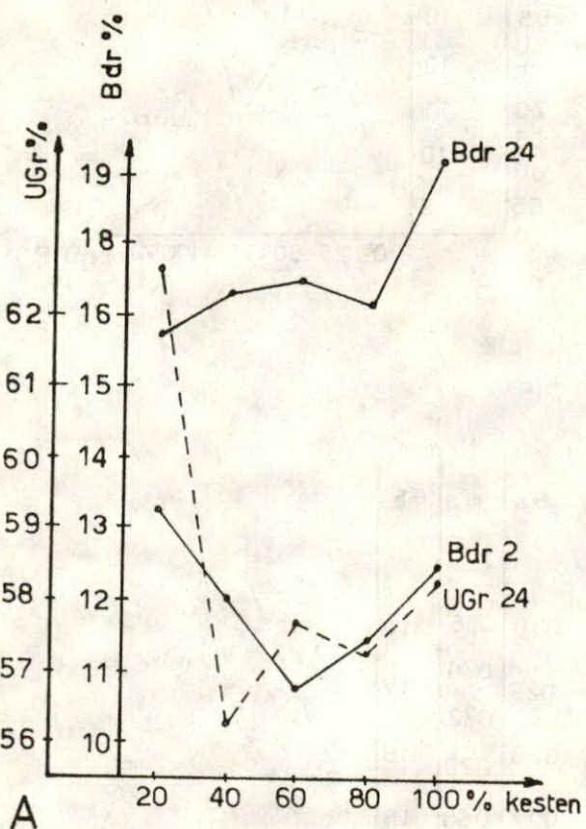


D.

S1.3

UTICAJ UČEŠĆA LOZE NA UPIJANJE VODE U DEBLINSKO BUBRENJE U: a. US b. PS

UTICAJ UČEŠĆA LOZE NA ČVRSTOĆU SAVIJANJA, RASLOJAVANJA I SMICANJA U: c. US d. PS



S1.4

UTICAJ KESTENOVINE U US NA UPIJANJE VODE I
DEBLINSKO BUBRENJE (A) I ČVRSTOĆU RASLOJAVANJA
I SAVIJANJA (B).

4.3 Uticaj procentualnog učešća pračke vinove loze odrezani dio stablike vinove loze u površinskom i unutrašnjem sloju na svojstva ploče iverice

Na osnovu sprovedenih istraživanja i izvršenih obračuna na slici 3 prikazana je zavisnost pojedinih svojstava ploča iverica od učešća vinove loze (pračke) u površinskom i unutrašnjem sloju. Analizom rezultata možemo primetiti sledeće:

- Sa povećanjem učešća vinove loze u površinskom i unutrašnjem sloju ne može se zabeležiti neka zakonomernost za upijanje vode, dok debljinsko bubrenje je u blagom porastu;
- minimalne vrednosti za čvrstoću raslojavanja i smicanja dobijene su za 75% učešća vinove loze u unutrašnjem sloju, a savojna čvrstoća sa porastom učešća vinove loze je u padu (sl. 3C);
- savojna čvrstoća je u rastu sa povećanjem učešća vinove loze u površinskom sloju do 50%, nakon toga je u padu;
- čvrstoća raslojavanja i smicanja zavisno od učešća vinove loze u površinskom nije dovoljno uočljiva, čas je u porastu čas je u padu.

4.4 Uticaj procentualnog učešća kestenovine u unutrašnjem sloju na svojstva ploča iverica

Na slici 4 prikazan je uticaj učešća kestenovine i iverja dobivenog iz normalne proizvodnje u unutrašnjem sloju, na pojedina svojstva ploča iverica. Iz analize rezultata može se zapaziti sledeće:

- Sa povećanjem učešća kestenovine u unutrašnjem sloju, debljinsko bubrenje (24 časa) je u porastu i to kod 20% učešća kestenovine sa 15,8% do 18,27% za 100% kestenovine. Debljinsko bubrenje (2 časa) je od 10,83% za 60% kestenovine do 13,23% za 20% kestenovine. Upijanje vode je u granicama od 56,5% za 40% kestenovine do 62,68% za 20% kestenovine;
- sa povećanjem kestenovine čvrstoća raslojavanja je u padu i to od $0,9 \text{ N/mm}^2$ za 20% kestenovine, do $0,61 \text{ N/mm}^2$ za 100% kestenovine. Čvrstoća savijanja ima minimalnu vrednost od $14,25 \text{ N/mm}^2$ za 20% kestenovine i maksimalna vrednost od $19,7 \text{ N/mm}^2$ za 40% kestenovine.

5. Zaključak

Na osnovu izvršenih istraživanja uticaja učešća hrastovine, vinove loze i kestenovine u unutrašnjem i površinskom sloju na svojstva ploča iverica možemo doneti sledeće zaključke:

- Najbolja svojstva ploča iverica dobijaju se sa učešćem hrastovine i topolovine od po 50% u površinskom sloju. Sa uzimanjem 100% hrastovine u površinskom sloju dobijaju se takvi vrednosti za ispitivana svojstva, koje bi zadovoljile traženja u našem standardu za kvalitetna svojstva ploča. Može se čak reći i to da debljinsko bubrenje sa povećanjem učešća hrastovine stalno je u opadanju tj. povoljno je;
- maksimalna povoljna svojstva dobijana su sa 50% hrastovine i topolovine u unutrašnjem sloju. Sa povećanjem učešća hrastovine dobijaju se vrednosti svojstva ploča iverica sa nižim kvalitetom. No ovaj kvalitet ipak nije ispod dozvoljene granice našeg standarda;
- ploče iverice proizvedene od čiste hrastovine zadovoljavaju uslove naših standarda;
- vinova loza kao sirovina može se upotrebljavati za proizvodnju ploča iverica. Povećanje vinove loze blago povećava debljinsko bubrenje, no uz dodavanje parafinske emulzije ovaj nedostatak može se odstraniti. Ploče iverice koje se odbijaju na bazi čiste vinove loze imaju dobru čvrstoću;
- učešće kestenovine u unutrašnjem sloju može da se koristi u bilo kojem procentu iako utiče negativno na čvrstoću raslojavanja.

Literatura

1. Stegmann G.-Durst J. Grundlagenforschung über die technische Nutzbarmachung von geringwertigem Wald- und Abfallholz Nutzbarmachung von Eichenholz zur Herstellung von Holzspanwerkstoffen. Wilhem-Klauditz-Institut Braunschweig 1966.
2. Hüther R.- Bismarck Cv. Eichenholz Spanplatten. W.K.I.B.
3. Roffael E.- Schaller K.-Rauch W. Eichen in Phenolharz-Spanplatten. HZB. 115/72. s. 1633-1634.
4. Ganev B. Ploči od d'bova d'rvesina. Sofija 1973.
5. Stefanovski V. Prilog kon proučuvanjeto na nekoj svojstva na iverastite ploči proizvedeni od prački na vinova loza. Šumarski pregled-Skopje 5-6/74.
6. Senić R.- Dimeski J. Vlijanije na volumnata težina vrz kvalitetnite svojstva na pločite od iverki. Šumarski pregled-Skopje 1-2/81.
7. Dimeski J.-Manev T. Koristenje na čempresot za proizvodstvo na ploči od iverki. Šumarski pregled-Skopje 5-6/82.
8. Dimeski J. Proučuvanje na nekoj fizički i mehanički svojstva na pločite od iverki(Waferboard). Šumarski godišnjak na Skopje 78/79.

Prof. dr Rajman Vilko

UTICAJ NEKIH TEHNOLOŠKIH PARAMETARA NA ZAKRIVLJENOST
PLOČA IVERICA*

1. UVOD

Zakrivljenost ploča iverica ima dvojak nepovoljan uticaj. Prvi nepovoljan uticaj je estetskog aspekta i on naročio dolazi do izražaja kod horizontalnih elemenata (sklopova) namještaja izradjenog od ploča iverica (vrlo izrazit i dosta čest primjer su police). Drugi uticaj zakrivljenosti je konstruktivnog odnosno tehnološkog karaktera, jer zakrivljene ploče iverice otežavaju, a u ekstremnim slučajevima i onemogućavaju dalju obradu ploča iverica.

Kada je riječ o estetskom uticaju zakrivljenosti onda BACHMANN /1/ navodi da su eksperimenti pokazali da ljudsko oko kod frontalnog posmatranja uočava kao zakrivljenost samo slučajeve kada je strijela luka jednaka ili veća od jedne stopedestine ($1/150$) razmaka oslonaca, a to znači da registruje samo zakrivljenosti jednake ili veće od $6,67 \text{ mm/m}'$. Isto tako naglašava da zbog uticaja zakrivljenosti na ispravnost funkcioniranja predviđenih konstruktivnih rješenja dopuštena zakrivljenost mora biti niža od ove okom uočljive zakrivljenosti. Kao primjer za ove navode služi istočno-njemački standard TGL 6074/01, koji u zavisnosti od funkcije nekih horizontalnih pločastih elemenata namještaja propisuje sljedeće dopuštene vrijednosti zakrivljenosti:

* U ovom radu autor prezentira dio rezultata dobijenih pri obradi teme "Uzroci deformisanja ploča iverica i mjere dovodjenja tih deformacija u tolerantne granice", koju finansira SIZ nauke SR BiH i SOUR "ŠIPAD".

Vrsta elementa	Položaj elementa	Dopuštena zakrivljenost
Nekonstruktivni horizontalni elementi	Otkrivenе uočljive police	3,0 mm/m ²
	Obješenim vratima skrivenе police	5,0 mm/m ²
	Obješenim vratima djelimično skrivenе police	3,0 mm/m ²
Konstruktivni horizontalni elementi	Otkrivenа uočljiva pregrada	3,0 mm/m ²
	Obješenim vratima skrivenа pregrada	4,0 mm/m ²
	Obješenim vratima djelimično skrivenа pregrada	3,0 mm/m ²
	Pregrada sa utorima za klizna vrata	2,0 mm/m ²

Sovjetski standard GOST 10632-70 ne razlikuje namjenu ploče iverice i zato je strožiji pa po njemu dozvoljena zakrivljenosti ploče iverice iznosi:

- za ploče iverice sa horizontalnim rasporedom iverja debljine 10-16 mm 1,2 mm/m'
 - za ploče iverice sa horizontalnim rasporedom iverja debljine 19-25 mm 1,0 mm/m'

Osim navedenih propisanih vrijednosti za zakriviljenost ploča iverica, u raspoloživoj stručnoj literaturi nismo uspjeli da nadjemo nikakve druge podatke koji govore o dopuštenoj zakriviljenosti ploča iverica. Ali zato smo naišli na podatke, koje u nastavku i iznosimo, koji govore o, u raznim slučajevima i raznim povodima, izmjerenoj zakriviljenosti ploča iverica.

MODLIN /4/ konstataju da ploče iverice proizvedene po postupcima sa diskontinuiranim (periodičnim) presovanjem imaju zakriviljenost do $1,5 \text{ mm/m'}$, dok ploče iverice proizvedene po postupcima sa kontinuiranim presovanjem imaju zakriviljenost do $3,5 \text{ mm/m'}$.

VAŠČEV /6/ navodi da mjerenja u Sovjetskom Savezu pokazuju da zakrivljenost ploča iverica najčešće prelazi standar-dom propisanu vrijednost i da je mjerljem ploča iverica iz jedne tvornice utvrdio prosječnu zakrivljenost od $2,87 \text{ mm/m}^2$.

RIKUNOV /5/ je za potrebe svojih ispitivanja u površinskoj obradi vršio mjerjenja zakrivljenosti na uzorcima troslojnih ploča malog formata i ustanovio da se zakrivljenost kreće u granicama od 0,1-1,14 mm/m'.

DEPPE /3/ navodi rezultate nekih svojih istraživanja na troslojnim pločama ivericama, pri čemu je ustanovljeno da se zakrivljenost kreće u granicama od 0,7-2,0 mm/m'.

BACHMANN /1/ je utvrdio da su ploče iverice različitih tipova, koje je on koristio za ispitivanje uticaja dugotrajnog opterećenja na povećanje zakrivljenosti, prije početka eksperimenta imala zakrivljenost koja se kretala u granicama od 1,5-3,5 mm/m'.

Sam način utvrđivanja zakrivljenosti ploča iverica za sada još nije jedinstven i standardizovan. Međutim, svi autori koje smo prethodno naveli mjerili su zakrivljenost na isti način, i to tako da su na ploču ivericu, sa konkavnom stranom okrenutom na gore, dijagonalno postavljali liniar, a zatim odgovarajućim mjernim instrumentom (komparater, kljunasto mjerilo) utvrđivali maksimalnu strijelu luka. Pošto strijela luka u velikoj mjeri ovisi od formata ploče, tj. dužine dijagonale, a da bi izmjerene vrijednosti bile međusobno uporedive, utvrđena vrijednost strijеле luka svodi se na dužinu mjerena od 1 m', i na taj način zakrivljenost ploča iverica može se predstaviti izrazom

$$z = \frac{h}{L} \quad \text{mm/m'}$$

gdje je:

z - zakrivljenost ploče iverice, mm/m',

h - maksimalna strijela luka, mm,

L - mjerna dužina (dužina dijagonale), m'.

I mi smo u svojim mjernjima primjenjivali ovaj opisani način utvrđivanja zakrivljenosti ploča iverica.

2. UZROCI KOJI IZAZIVAJU ZAKRIVLJENOST PLOČA IVERICA

Svi autori koji su razmatrali pojavu zakrivljenosti ploča iverica slažu se u jednom, a to je da su uzroci koji izazivaju zakrivljenost ploča iverica vrlo brojni i vrlo složeni. Najčešće je teško izdvojiti osnovni uzrok koji izaziva zakrivljenost, jer u pravilu ne djeluje samo jedan nego više njih zajedno i time se njihovo dejstvo preklapa, što dovodi ili do superponiranja ili do reduciranja izazvane zakrivljenosti.

Da bi se stekla predstava o brojnosti i povezanosti uzročnika zakrivljenosti ploča iverica, na slici 1 dajemo shematski prikaz uzroka koji izazivaju zakrivljenost ploča iverica i to razvrstanih po mjestu njihovog javljanja. Kao što se sa sl. 1 vidi najbrojniji su tehnološki uzroci, i za sada vlada uvjerenje da su oni najčešći i najznačajniji izazivači zakrivljenosti ploča iverica.

3. UTVRDJIVANJE UTICAJA NAJZNAČAJNIJIH TEHNOLOŠKIH PARAMETARA NA ZAKRIVLJE- NOST PLOČA IVERICA

Svi prethodno navedeni tehnološki uzroci odnosno parametri sigurno nemaju isti značaj kao izazivači zakrivljenosti ploča iverica, pa se nameće potreba da se izdvoje najbitniji tehnološki parametri i ispita njihov uticaj.

Odlučili smo se da kao najbitnije tehnološke parametre koji imaju uticaja na krvljenje ploča iverica izdvojimo:

- različitost debljina vanjskih slojeva,
- različitost temperatura zagrevnih ploča.

Razlog što smo se opredijelili da različitost debljine vanjskih slojeva uzmemos kao bitan faktor je u njegovom teoretskom i praktičnom značaju. Teoretski značaj je u tome što je to osnovni uzrok asimetrične gradje višeslojne ploče, a praktični značaj je u tome što je to dosta česta pojava u proizvodnji.

Različitost debljine vanjskih slojeva je pojava raširena u proizvodnji zbog toga što je uzrokovana neispravnom podešenošću natresnih stanica, a to znači ljudskim faktorom. Ispravno podešavanje natresnih stanica zahtijeva mnogo stručnog znanja i stalan nadzor, a oba ta svojstva nisu baš jako zastupljena kod zaposlenih u proizvodnji.

Da različitost temperature zagrevnih ploča uzmemo kao bitan faktor za krivljenje ploča, opredijelilo nas je saznanje da je ta pojava takodje dosta prisutna u proizvodnji ploča iverica. Mjeranjima u pojedinim tvornicama ustanovili smo da razlika temperatura dveju susjednih zagrevnih ploča u etaži može da iznosi i do 20°K . Osnovni uzrok ovako velikim razlikama temperatura zagrevnih ploča leži u neredovnom i nestručnom čišćenju kanala za protok medija zagrijavanja.

3.1 Uticaj različitosti debljine vanjskih slojeva u fazi natresanja na zakrivljenost ploča iverica

Ispitivanje uticaja navedenog parametra vršili smo na troslojnim laboratorijski proizvedenim pločama ivericama formata $595 \times 420 \text{ mm}$.

Parametar koji smo u ovom opitu varirali je nesimetričnost težine odnosno debljine vanjskih slojeva. To smo ostvarivali na taj način da je gornju vanjski sloj kod svih eksperimentalnih ploča bio za 0, 25, 50, 75, 100 i 150% teži od donjeg vanjskog sloja. Težinski odnos i približnu debljinu slojeva kod pojedinih eksperimentalnih ploča dajemo u tabeli 1.

Svi ostali tehnološki parametri primijenjeni u ovom eksperimentu bili su konstantni za sve ploče, a njihova veličina (vrijednost) je odgovarala veličinama koje se najčešće primjenjuju u praksi. Mjerenje zakrivljenosti smo vršili na već prethodno opisani način, a mjerenje smo provodili odmah nakon presovanja, kao i 2, 7, 14, 21, i 30 dana nakon presovanja.

Dobijeni rezultati su grafički prikazani na slikama 2 i 3.

ODNOS SLOJEVA KOD EKSPERIMENTALNIH PLOČA

Tabela 1

Ozna- ka ploče	Procentualno povećanje teži- ne gornjeg u od- nosu na donji vanjski sloj	Težinsko učešće slojeva			Približna debljina slojeva		
		Gornji vanjski sloj	Srednji sloj	Donji vanjski sloj	Gornji vanjski sloj	Srednji sloj	Donji vanjski sloj
	%		%				mm
1	0	20,0	60,0	20,0	4,0	12,0	4,0
2	25	22,2	60,0	17,8	4,4	12,0	3,6
3	50	24,0	60,0	16,0	4,8	12,0	3,2
4	75	25,5	60,0	14,5	5,1	12,0	2,9
5	100	26,7	60,0	13,3	5,3	12,0	2,7
6	150	28,6	60,0	11,4	5,7	12,0	2,3

Provedeni opit i prikazani rezultati omogućuju nam da izvedemo sljedeće zaključke:

1. U preko 95% slučajeva maksimalna strijela luka odnosno maksimalna zakrivljenost se nalazila na sredini mjerne dužine ili neposredno oko nje;
2. Veličina izmjerene zakrivljenosti zavisi od smjera postavljanja liniara prilikom mjerjenja. Ako se liniar postavlja dijagonalno preko ploče rezultati su najveći, ako se liniar postavlja paralelno sa dužinom ploče rezultati su nešto niži, a ako se liniar postavlja paralelno sa širinom ploče, onda su rezultati najniži;
3. Nema signifikantnih razlika u maksimalnoj zakrivljenosti ako se mjerjenje vrši samo po jednoj ili po obje dijagonale;
4. U periodu od završetka presovanja pa do 14 dana odležavanja zakrivljenost ploča iverica se povećava i dostiže svoj maksimum. U periodu od 14 pa do 30 dana odležavanja zakrivljenost ploča iverica se blago snižava, da bi nakon 30 dana odležavanja zadržala konstantnu vrijednost;

5. Različitost debljine vanjskih slojeva ostvarena u fazi natresanja ima uticaja na pojavu zakrivljenosti ploča iverica;
6. Konkavnost (udubljenost) ploče iverice uvijek je izražena na strani debljeg vanjskog sloja, dok je konveksnost (ispupčenost) uvijek izražena na strani tanjeg vanjskog sloja;
7. Sa povećanjem razlike u debljini vanjskih slojeva raste i maksimalna zakrivljenost ploča iverica, i ta zavisnost je linearна (sl. 3);
8. Sve do različitosti debljine vanjskih slojeva od oko 75% zakrivljenost ploča ne prelazi vrijednost od $1,0 \text{ mm/m}'$ (što po sovjetskim standardima ne predstavlja grešku ploča iverica), a tek ako je različitost debljine vanjskih slojeva veća od 75%, nastaje zakrivljenost veća od dopuštene.

3.2 Uticaj različitosti temperature zagrevnih ploča na zakrivljenost ploča iverica

Utvrdjivanje uticaja različitosti temperature zagrevnih ploča na zakrivljenost vršili smo na jednoslojnim laboratorijskim pločama ivericama formata $595 \times 420 \text{ mm}$. Parametar koji smo u ovom eksperimentu varirali bila je temperatura zagrevnih ploča, dok su svi ostali tehnološki parametri kod svih eksperimentalnih ploča bili konstantni, i u veličinama uobičajenim u praksi. Različitost temperature zagrevnih ploča kod pojedinih eksperimentalnih ploča dajemo u tabeli 2.

Rezultate dobijene ovim opitom grafički prikazujemo na slikama 4 i 5.

Provedeni opit i prikazani rezultati omogućuju nam da izvedemo sljedeće zaključke:

1. Različitost temperature susjednih zagrevnih ploča u fazi presovanja ploča iverica izaziva pojavu zakrivljenosti tih ploča;

TEMPERATURA ZAGREVNICH PLOČA

Tabela 2

Oznaka ploče	Temperaturna razlika donje i gornje zagrevne ploče	Temperatura zagrevnih ploča	
		Donje $^{\circ}$ K	Gornje $^{\circ}$ K
7	0	444	444
8	8	444	436
9	16	444	428
10	24	444	420
11	32	444	412
12	40	444	404

2. Konkavnost (udubljenost) ploče iverice uvijek se odražava na strani ploče koja je bila uz zagrevnu ploču sa nižom temperaturom, dok se konkavnost (izbočenost) vijek odražava na strani ploče koja je bila uz zagrevnu ploču sa višom temperaturom;
3. Sa povećanjem temperaturne razlike susjednih zagrevnih ploča, povećava se i zakrivljenost ploča i-verica;
4. Sve do različitosti temperature zagrevnih ploča od oko 15° K, zakrivljenost ploča ne prelazi vrijednost od $1,0 \text{ mm/m}'$ (što po sovjetskim standardima ne predstavlja grešku ploča iverica), a tek ako je različitost temperature zagrevnih ploča veća od 15° K, javlja se zakrivljenost veća od dopuštene;
5. I kod ovog opita, kao i kod prethodnog, potvrđeno je da je maksimalna zakrivljenost u pravilu na sredini mjerne dužine, da nema razlike u rezultatima ako se mjerjenje vrši samo po jednoj ili po obje diagonale, kao i da se u toku odležavanja zakrivljenost prvo povećava, a zatim smanjuje da bi nakon 30 dana poprimila konstantnu vrijednost.

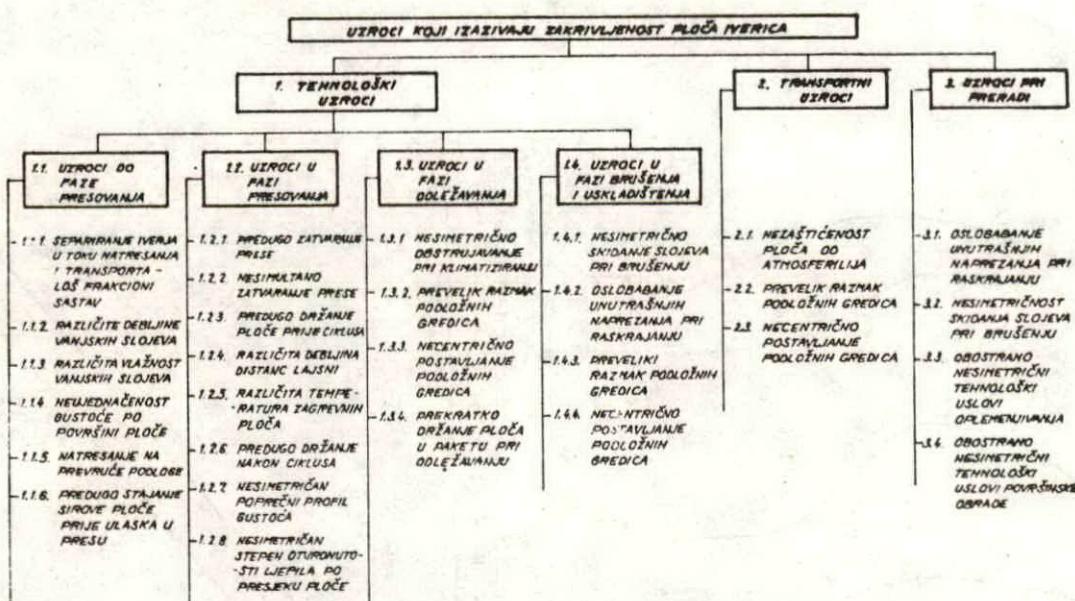
4. ZAKLJUČAK

Rezimirajući sve prethodno navedene konstatacije može se reći sljedeće:

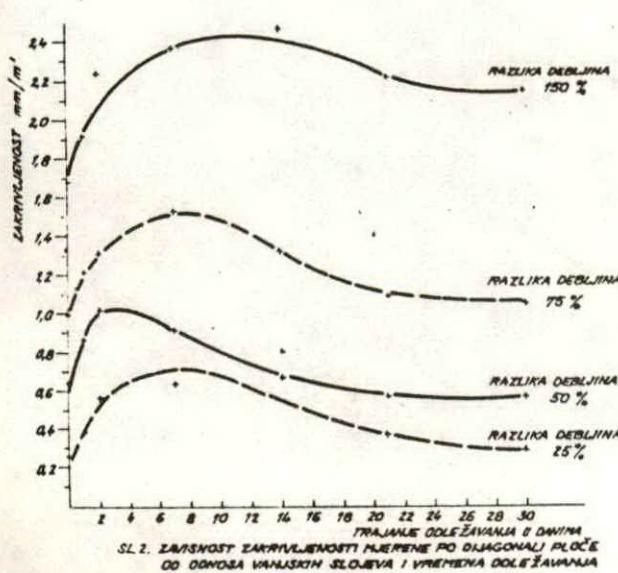
1. Zakrivljenost može predstavljati estetsku i konstruktivnu grešku ploča iverica. Izrazita zakrivljenost ploča iverica (preko $2,5 \text{ mm/m}'$) može stvarati poteškoće pri preradi ovih ploča, kao i pri eksploataciji proizvoda načinjenih od takvih ploča iverica;
2. Za sada je malo istraživačkih radova koji rasvjetljavaju uzroke koji izazivaju zakrivljenost, a još je manje radova koji daju kvantificirani uticaj pojedinih parametara na zakrivljenost ploča iverica;
3. Provedeni opiti su potvrdili očekivanje, da različitost debljine vanjskih slojeva i različitost temperature zagrevnih ploča izazivaju pojavu zakrivljenosti ploča iverica;
4. Kod oba navedena tehnološka parametra zavisnost uticaja na pojavu zakrivljenosti je linearno izražena, stim da je uticaj različitosti temperature zagrevnih ploča izrazitiji od uticaja različitosti debljine vanjskih slojeva;
5. Čak i kod primijenjenih ekstremnih razlika debljine slojeva (150%) i temperature zagrevnih ploča (40°K), maksimalna izmjerena zakrivljenost je iznosila oko $3,0 \text{ mm/m}'$. Pošto smatramo da se u praksi ne bi smjele javiti ni upola tako velike razlike, proizlazi da ispitani tehnološki parametri, ukoliko se ne superponiraju sa djelovanjem još nekog drugog parametra, sami po sebi nisu uzročnici koji izazivaju zakrivljenost koja će stvarati teškoće u daljnjoj preradi ili eksploataciji ploča iverica.

5. LITERATURA

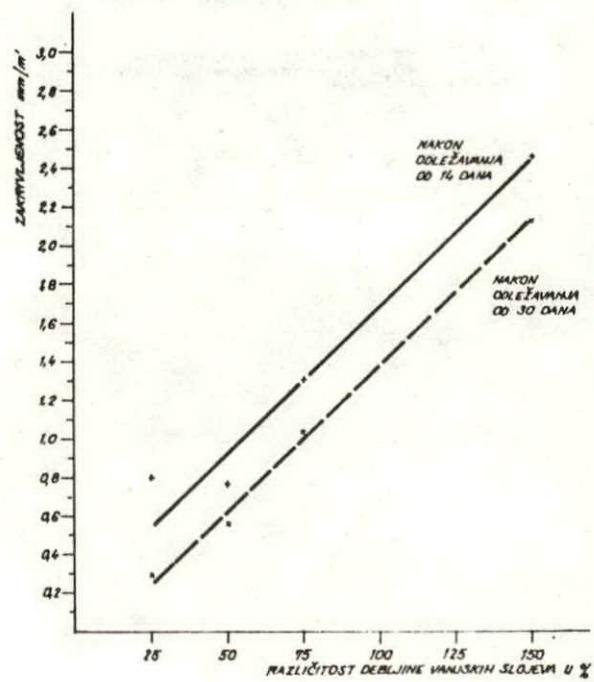
1. BACHMANN, G., HASSELER, W. (1978): Das Verhalten von waagerechten tragenden Möbelbaugruppen bei Dauerstandbelastung. *Holztechnologie*, br. 1, str. 44-49.
2. BOGNER, A., GRBAC, I. (1983): Optimizacija obrade pločastih furniranih sklopova. Materijali savjetovanja u Tuheljskim Toplicama, str. 79-101.
3. DEPPE, H., ERNST, K. (1964): Technologie der Spanplatten. Stuttgart.
4. MODLIN, B.D., OTLEV, I.A. (1973): Proizvodstvo drevesnostružečnih plit. Visšaja škola, Moskva.
5. RIKUNOV, E.P. (1970): Vlijanje nekotorih faktorov na formoizmenjaemost mebelnih ščitov. Derevoobrabativajuščaja promisljenost br. 5, str. 17-19.
6. VAŠČEV, I.V. (1974): Primenenie drevesnostružečnih plit v proizvodstve izdelii iz drevesini. Moskva.



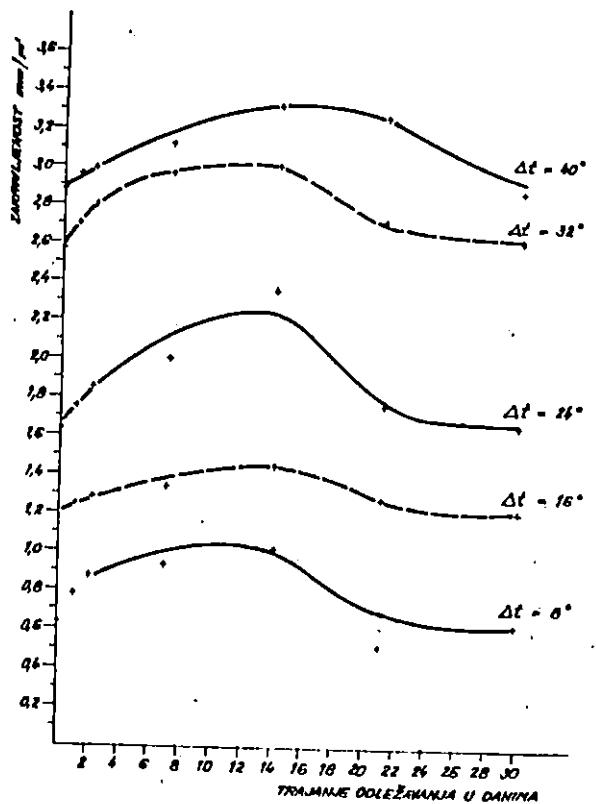
SL. 1. SHEMATSKI PRIKAZ MOGUĆIH UZROKA ZAKRIVLJENOSTI PLOČA IVERICA PO MJESTU NJINOVOG nastanka



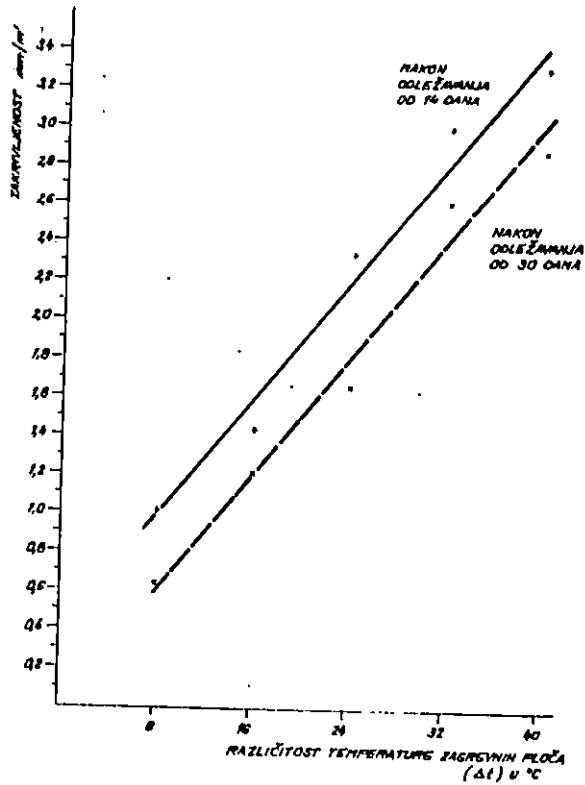
SL. 2. ZAVISNOST ZAKRIVLJENOSTI MERENE PO DIAGONALI PLOČE OD DONOSA VANJSKIH SLOJEVA I VREMENSKOG ODOLEŽAVANJA



SL. 3. ZAVISNOST ZAKRIVLJENOSTI PLOČA IVERICA OD RAZLIČITOSTI DEBLJINE VANJSKIH SLOJEVA



SL. 4. ZAVISNOST ZAVRIJEŠNOSTI MERENE PO DIAGONALNI PLOČI
OD RAZLICITOSTI TEMPERATURE ZAGREVNIH PLOČA I
VREMENA ODOLEŽAVANJA



SL. 5. ZAVISNOST ZAVRIJEŠNOSTI PLOČA MERICA OD
RAZLICITOSTI TEMPERATURE ZAGREVNIH PLOČA

ILIJA PANJKOVIĆ, "ČESMA" BJELOVAR

ODSTUPANJA DEBLJINA IVERICA NAKON PREŠANJA

1.0. U V O D

U proizvodnji ploča iverica značajan utjecaj na kvalitetu gotovih ploča ima debljina nebrušenih ploča (sirova ili bruto debljina).

Debljina iverica nakon prešanja formira se u procesu natresanja iverja i prešanja u vrućoj preši.

Ova debljina sadrži određenu nadmjeru, koja se kalibriranjem odstrani. Veličina nadmjere zavisi od granica u kojima se kreću debljine nebrušenih ploča. Granice u kojima se ove debljine nalaze imaju bitnu ulogu s tehničkog i ekonomskog aspekta.

U ovom referatu, na osnovu rezultata mjerjenja ploča, data su stvarna odstupanja debljina iverica nakon prešanja, te komparacija s dozvoljenim odstupanjima koja propisuje JUS, i granicama koje garantira proizvođač opreme. U vezi s tim, istaknuti su neki problemi kod kalibriranja ploča s velikim razlikama u debljini, što nepovoljno djeluje na kvalitetu gotovog proizvoda, te povećava troškove u proizvodnji ploča iverica.

2.0. DEBLJINA PLOČA NAKON PREŠANJA

2.1. Formiranje debljine

Debljina ploča nakon prešanja formira se u procesu prešanja ploča. U pogledu postizanja debljine ploče, danas imamo dva osnovna načina prešanja:

- pomoću odstojnih letava
- pomoću elektronskog određivanja debljine ploča, bez odstojnih letava.

U ovom referatu obradene su debljine ploča koje se u procesu prešanja određuju elektronskim putem.

Elektronsko određivanje debljine ploča sastoji se u slijedećem:

- na četiri ugla preše smješteni su uređaji koji na principu potenciometara ili digitalnog sistema s pokretljivim letvama i krajnjim podesnim graničnicima određuju i održavaju točnost debljina.
- hod pokretljivih letava različit je za različite debljine, a on predstavlja zbroj sljedećih veličina:

broj etaža \times debljina ogrijevnih ploča +

+ broj ploča \times željena bruto debljina ploča.

- elektronski uređaji održavaju na četiri ugla konstantno potrebni razmak (hod letve). Uloga elektronskog uređaja sastoji se u tome da u momentu kad se postigne na uglovima potrebna dužina letve (željena sumarna debljina svih ploča), on isključuje dalje povećanje pritiska odgovarajućeg cilindra. Ovakav proces odvija se neovisno od sva četiri ugla preše. Ovdje je bitno da se pomoću ovog sistema održava samo ukupna suma svih debljina ploča, što znači da ploče mogu biti i nejednake debljine na svakom uglu, ali će njihove sume na sva četiriугла biti uvijek jednake.

Točnost debljina ploča nakon prešanja ovisi o nekoliko bitnih faktora:

- ravnomjernosti natresenog iverja
- ravnomjernosti vlage oblijepljenog iverja
- preciznosti preše
- ostalim tehnološkim uvjetima (vrsta drva, pritisak prešanja itd)

U ovom radu navedeni utjecajni faktori nisu posebno istraživani.

2.2. Rezultati mjerjenja debljina ploča

Mjerjenja ploča vršena su u Tvornici iverica u Bjelovaru, u okviru redovne pogonske kontrole, kroz duži vremenski period.

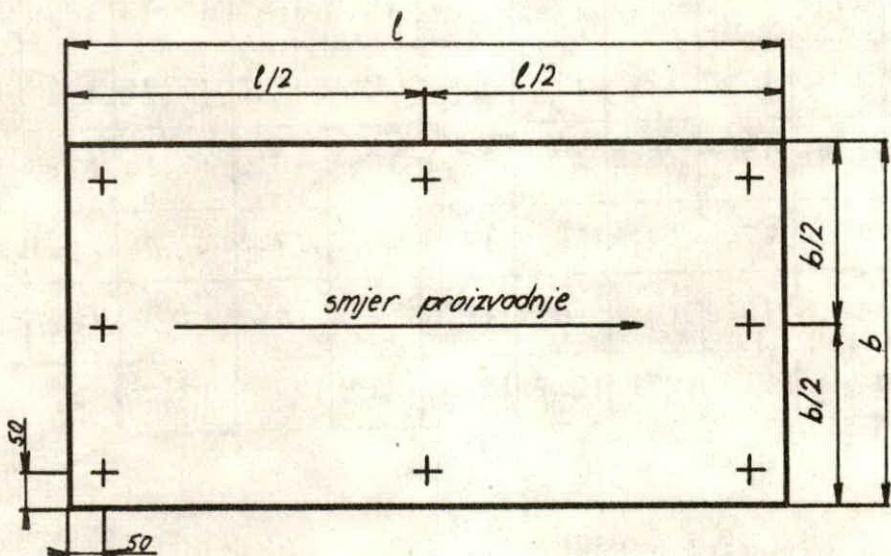
Kontrola debljina ploča nakon prešanja vrši se dvaput dnevno, a po potrebi i češće.

Uzorci po osam ploča iz istog ciklusa prešanja (8-etažna preša) uzimaju se na početku rada smjene kod normalnog procesa proizvodnje, odnosno za vrijeme kontinuiranog rada proizvodne linije, kako bi uzorci bili podjednaki.

Za analizu uzeti su rezultati mjerjenja debljina na 25 uzoraka (ciklusa prešanja), po 8 ploča, ukupno 200 ploča:

- nominalna debljina ploča $d = 16 \text{ mm}$
- debljina s nadmjerom $d_n = 17,3 \text{ mm}$
- dimenzije ploča $5500 \times 2050 \text{ mm}$

Mjerenje je vršeno debljinomjerom s točnošću $0,1 \text{ mm}$, na udaljenosti 50 mm od ruba ploče, na 8 mjernih mjestu označenih na shemici:



Sl. 1. Shema mjernih mjesto

Radi ilustracije dat je tabelarni prikaz rezultata mjeranja jednog uzorka:

Tabela 1

Redni broj ploča	1	2	3	4	5	6	7	8	\bar{x}	max.	min.
1	17,5	17,2	17,0	17,4	17,3	17,2	17,0	17,0	17,26	17,7	17,0
2	17,4	17,6	17,0	17,2	17,1	17,5	17,3	17,5	17,32	17,6	17,0
3	17,1	17,3	17,5	17,8	17,8	17,1	17,5	17,4	17,43	17,8	17,1
4	16,9	17,5	16,9	17,1	17,2	18,0	16,8	16,7	17,13	18,0	16,7
5	17,3	16,9	17,3	17,5	17,8	17,8	17,5	17,5	17,45	17,8	16,9
6	16,9	17,0	17,5	17,3	17,3	17,1	16,8	16,9	17,10	17,5	16,8
7	17,1	18,3	17,2	17,1	16,9	17,8	17,5	17,5	17,42	18,3	16,9
8	18,1	17,5	16,9	17,1	16,8	17,5	17,0	17,2	17,26	18,1	16,8
\bar{x}	17,28	17,41	17,16	17,31	17,27	17,56	17,17	17,21	17,29		

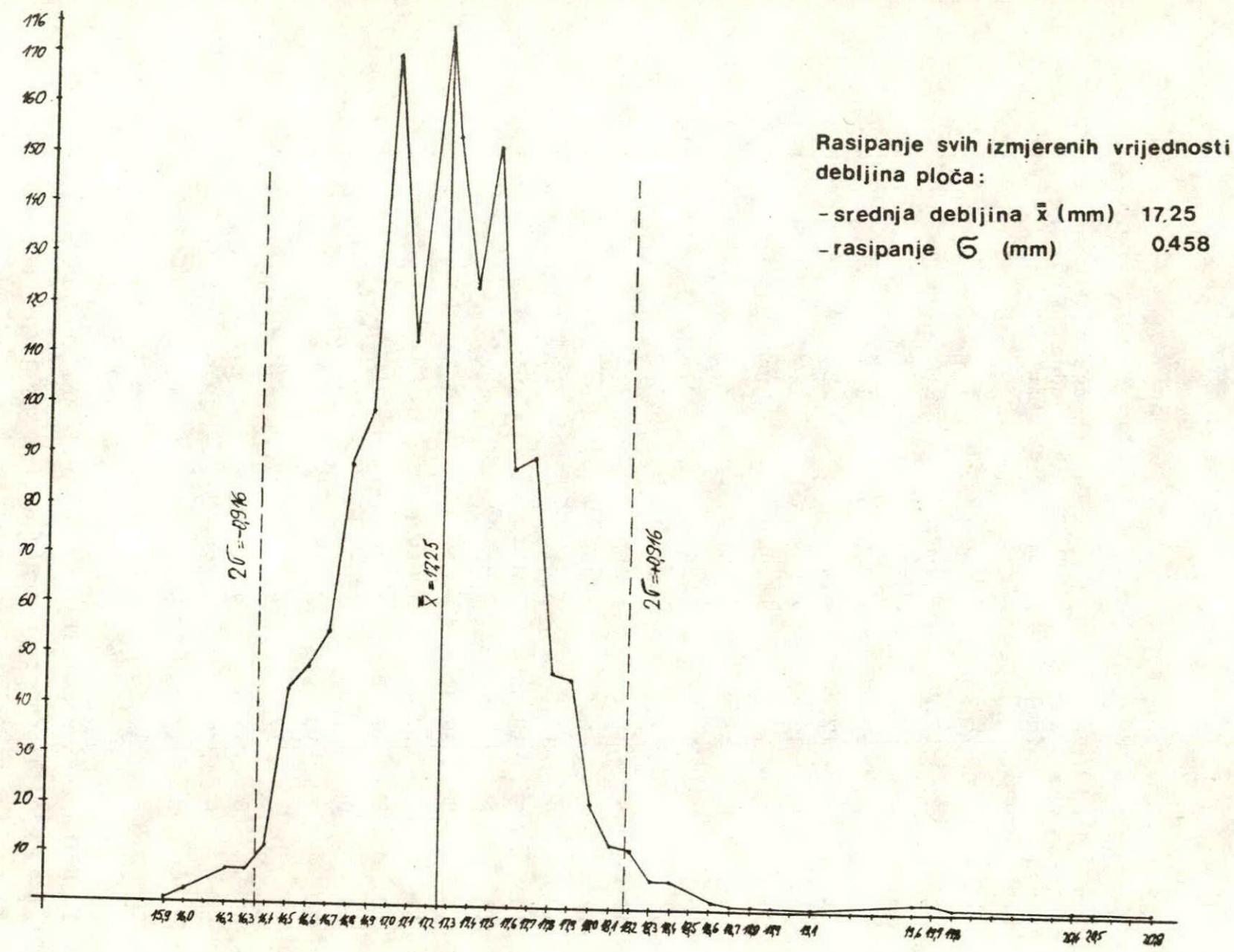
Da bi utvrdili u kojim granicama se kreću debljine izmjereneh ploča poslužili smo se aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom, koja predstavlja mjeru za odstupanje pojedinačnih vrijednosti od srednje vrijednosti.

U sljedećoj tabeli prikazane su srednje vrijednosti i standardne devijacije debljina pojedinih uzoraka, te najveća razlika debljine na jednoj ploči i raspon unutar uzorka.

Tabela 2

Redni broj uzorka	Broj ploča u uzorku	\bar{x} (mm)	σ (mm)	Najveća razlika na jednoj ploči (mm)	Raspon unutar uzorka (mm)
1	8	17,29	0,339	1,4	1,6
2	8	17,23	0,298	1,2	1,4
3	8	17,20	0,360	1,4	1,6
4	8	17,25	0,258	1,3	1,3
5	8	17,23	0,429	1,6	2,2
6	8	17,15	0,258	1,3	1,3
7	8	17,24	0,726	1,8	3,7
8	8	16,99	0,291	1,3	1,3
9	8	17,21	0,947	3,6	4,8
10	8	17,02	0,321	1,2	1,4
11	8	16,95	0,323	1,3	1,4
12	8	16,86	0,289	0,9	1,2
13	8	17,38	0,416	1,7	1,8
14	8	17,35	0,314	1,1	1,4
15	8	17,36	0,378	1,4	1,4
16	8	17,37	0,352	1,3	1,7
17	8	17,44	0,614	1,4	2,5
18	8	17,42	0,286	1,3	1,6
19	8	17,35	0,273	1,2	1,2
20	8	17,18	0,443	1,5	1,5
21	8	17,27	0,301	1,2	1,6
22	8	17,40	0,418	1,5	2,0
23	8	17,26	0,475	2,2	2,2
24	8	17,35	0,352	1,5	1,7
25	8	17,54	0,501	2,3	3,0

Iz prikazanih rezultata vidimo da se aritmetičke sredine debljina pojedinih uzoraka kreću u širokim granicama, te da su velike razlike u debljini jedne ploče, kao i unutar pojedinih uzoraka.



Iz prikazanog rasipanja vidljivo je da se 95 % svih izmjerene vrijednosti debljina ploča nakon prešanja nalazi u granicama od 16,34 mm do 18,17 mm, odnosno ukupno polje rasipanja iznosi 1,83 mm. (Sl. 2.).

Prema JUS-u D.C5.031. dozvoljeno je odstupanje za nebrušenu ivericu \pm 0,8 mm, što znači da je ukupno polje rasipanja jednako 1,6 mm. Izmjerene iverice se ne nalaze u granicama tog zahtjeva.

Granice koje garantira proizvođač opreme iznose \pm 0,5 mm, za debljinu ploča 16 mm. Ovaj zahtjev izmjerene iverice također ne zadovoljavaju.

U granicama koje propisuje JUS nalazi se 94,4 % svih vrijednosti, a u granicama koje garantira proizvođač opreme nalazi se 81,3 % svih mjernih mesta izmjerениh ploča.

S aspekta brušenja ploča važno je kako su mjerna mesta, koja se nalaze izvan dozvoljenih granica, raspoređena unutar ploča.

Od ukupno 200 izmjerениh ploča, broj ploča koje imaju jedno ili više mjernih mesta izvan granica JUS-a, je slijedeći:

- ispod debljine 16,5 mm - 17 ploča (8,5 %)
- iznad debljine 18,1 mm - 15 ploča (7,5 %)

Iz navedenih rezultata može se zaključiti da se debljine ploča nakon prešanja nalaze u širokom rasponu, te da su zнатне razlike u debljinama u pojedinim pločama, kao i između ploča. Ovako velika odstupanja debljina ploča posljedica su prvenstveno nejednolikog natresanja unutar jedne ploče, te između ploča.

Da bi ravnomjernost natresanja bila bolja, potrebno je da, pored ostalih tehničko-tehnoloških uvjeta, proizvodna linija radi kontinuirano, tj. bez zastoja. Svaki i najmanji zastoj proizvodne linije nepovoljno djeluje na profil čilima, što ima za posljedicu velike razlike u debljini ploča nakon prešanja.

Na kraju je potrebno napomenuti da svi uzorci za mjerjenje ipak nisu uzimani kod normalnog rada proizvodne linije, kao što je naprijed rečeno.

Na to ukazuje nekoliko ekstremnih vrijednosti debljina ploča koje su bile čak ispod nominalne debljine.

Ukoliko bismo te vrijednosti izuzeli iz obrade podataka, situacija u pogledu debljina bi bila znatno povoljnija.

3.0. PROBLEMI KOD KALIBRIRANJA PLOČA S VELIKIM RAZLIKAMA U DEBLJINI

Pod kalibriranjem podrazumjevamo svođenje debljine iverice nakon prešanja u tolerancije propisane po standardu. U procesu kalibriranja ploča s velikim razlikama u debljini, prisutno je više problema, od kojih ovdje ističemo slijedeće:

- nejednake debljine obrušenih ploča
- neobrušena površina na mjestima gdje je ploča tanja
- preobrušenost vanjskih slojeva na mjestima gdje je ploča deblja
- zabrušenost rubova.

Nadalje, kod brušenja predebelih ploča prisutni su i slijedeći problemi:

- veća potrošnja brusnih traka i energije
- veće opterećenje stroja i potrošnja dijelova, te mogućnost kvarova
- manja brzina brušenja, te manji učinci na brusilici.

Kod brušenja ploča s minimalnom nadmjerom na pojedinim mjestima (ispod 16,5 mm), debljina obrušenih ploča na tim mjestima je često ispod nominalne debljine (16,0 mm). Ovo se može objasniti djelovanjem filca i grafitne podloge na brusnu traku, koja na mjestima gdje je ploča tanja skida veći dio mekšeg površinskog sloja. Prema poprečnom rasporedu gustoće ploča, zona najveće gustoće nalazi se na udaljenosti 0,5 do 0,8 mm od površine nebrušene ploče, a od ove zone do površine gustoća je znatno manja.

Na mjestima gdje su nebrušene ploče pretanke, odnosno gdje nema dovoljno nadmjere, nakon kalibriranja ostaje neobrušena površina. Ovo ima za posljedicu napad ploča niže kvalitetne klase, zavisno od veličine neobrušenog dijela ploče. Koliko će biti učešće ploča niže klase zbog neobrušene površine, zavisi od granica u kojima se kreću debljine neobrušenih ploča.

Prebrušenost vanjskih slojeva je problem suprotan prethodnom, a posljedica je predebelih ploča. Ovdje se misli na ploče čija debljina prelazi 18,1 mm.

Kod brušenja ovakvih ploča javlja se, kao što je već rečeno, više problema:

- gruba površina ploča, koja ne zadovoljava kriterij za oplemenjivanje. Ploče s ovakvom površinom se također svrstavaju u nižu kvalitetnu klasu.
- potrošnja brusnih traka se povećava zavisno od debljine sloja koji se brusi. Prema zadanoj nadmjeri, potrebno je sa svake strane ploče brusiti sloj debljine 0,65 mm. Ukoliko je potrebno brusiti dvaput veću debljinu sloja, utrošak brusnih traka se približno udvostručava.
- potrošnja energije, opterećenost stroja, te istrošenost pojedinih dijelova, povećava se također razmjerno s povećanjem debljine ploča.

Zabrušenost rubova posljedica je nejednakih debljina unutar jedne ploče. Pritisak valjaka za transport ploča je različit na mjestima gdje su velike razlike u debljini, što uzrokuje neravnomjeren prolaz ploča kroz brusilicu. Pri tom dolazi do prebrušenosti uzdužnog ruba na mjestu gdje ploča dođe u dodir s rubom brusne trake, koja još nije istrošena. Nakon brušenja dobije se ploča koja je uz rub znatno tanja nego na ostalom dijelu.

Treba još napomenuti da nejednako brušenje ploča zbog razlika u debljini ima za posljedicu asimetričnost konstrukcije, što ne povoljno djeluje na fizičko-mehanička svojstva, te stabilnost ploča.

Navedeni problemi ne moraju biti specifičnost za sve linije brušenja.

Na osnovu prikazanih rezultata mjeranja debljina iverica nakon prešanja i problema koji su prisutni kod brušenja, možemo zaključiti da su odstupanja debljina velika, te da ih je potrebno dovesti u uže granice.

Ovo je moguće postići boljom kontrolom zadanih tehnoloških parametara u svim fazama procesa proizvodnje ploča iverica i smanjenjem zastoja proizvodne linije.