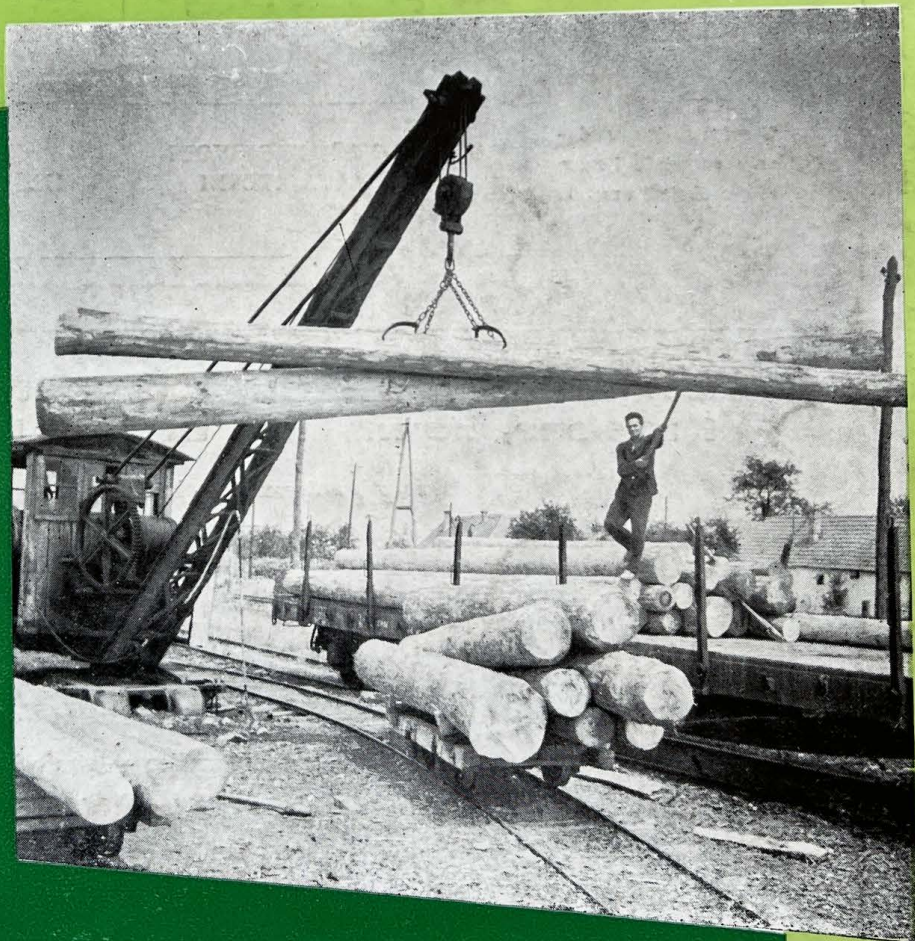


# DRVNA INDUSTRIJA

ČASOPIS ZA PITANJA EKSPLOATACIJE SUMA, MEHANIČKE I KEMIJSKE  
PRERADE DRVA, TE TRGOVINE DRVETOM I FINALNIM DRVNIM PROIZVODIMA

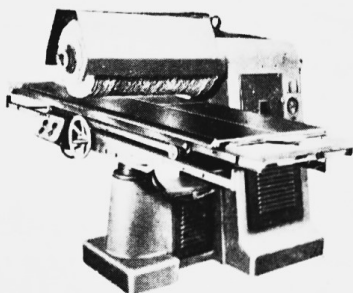


# ŽIČNICA

LJUBLJANA, TRŽAŠKA CESTA 49

PROIZVODI STROJEVE ZA OBRADU DRVA I RAZNE NAPRAVE ZA EKSPLOATACIJU ŠUMA

visokoturažne frezere,  
formatne kružne pile,  
polir-mašine, dvovalj-  
čane brusilice, brzo-  
hodne preše, aparate  
za dodavanje —



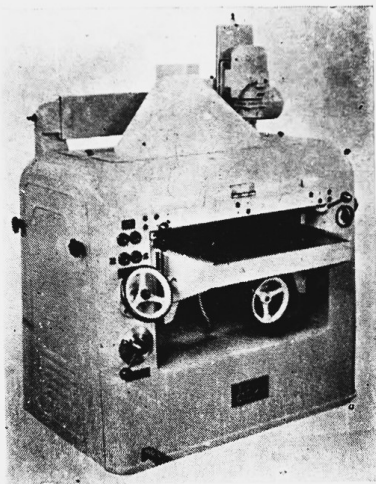
brusilice za alat i bušilice,  
sušare za drvo i  
furnir svih vrsta, mo-  
torna vitla i vozne ma-  
čke za transport tru-  
paca kod eksploatacije

U svom sastavu podu-  
zeće raspolaže ljeva-  
nicom obojenih metala

SVI SU NAŠI PROIZVODI  
VISOKOKVALITETNI

TRAŽITE  
NAŠE PONUDE!

## Strojni alati za obradu drveta za tvornice i radione, normalne i tropske izvedbe



Jarmače — kružne pile — tračne pile —  
ravnalice — blanjalice — bušilice — stru-  
govi — kombinirani strojevi za obradu  
drva — spajačice za furnir — preše za  
furnir — jedno i višeetažne hidraulične  
preše — tračne brusilice — dvo i trocilin-  
drične brusilice — strojevi za nanašanje  
laka — kabine za lakiranje — sušare za  
lak — strojevi za oštrenje noževa te kruž-  
nih i tračnih pila — sušare za furnir —  
sušare za drvo.



**METAEXPORT**  
WARSAWA

IZVOZ — UVOZ

WARSZAWA, 49 Mokotowska, POLJSKA  
Telegrami: 84441, — Telex: 10391



# DRVNA INDUSTRIJA

GODINA XIV

OŽUJAK — TRAVANJ 1963.

BROJ 3—4



S A D R Ž A J

Inž. Stanko Bađun i inž. Marjan Brežnjak:

ISKORIŠTENJE SIROVINE U PROIZVODNJI  
MOZAIK-PARKETA

Dr inž. Lazar Vujičić:

ALGEBARSKI METOD LINEARNOG PROGRAMIRA-  
NJA U DRVNO INDUSTRIJSKIM PREDUZEĆIMA

Inž. Milan Kovačević:

KOMPARATIVNO ISPITIVANJE ČETIRI UGLOVNA  
SPOJA IVERICA NA BAZI KUDJELNOG POZDERA

\* \* \*

Kombinat »Spačva« u Vinkovcima

\* \* \*

»Mi čitamo za vas«

«DRVNA INDUSTRIJA», časopis za pitanja eksploatacije šuma, mehaničke i kemijske prerade te trgovine drvetom i finalnim drvnim proizvodima. — Uredništvo i uprava: Zagreb, Gajeva 5/V. Telefon: 32-933, 24-280. Naziv. tek. računa kod Narodne banke 400-11-603-106 (Institut za drveno industrijska istraživanja). — Izdaje: Institut za drveno industrijska istraživanja. — Odgovorni urednik: dr inž. Stjepan Frančišković. — Redakcioni odbor: Veljko Auferber, prof. dr Roko Benić, inž. Bogoljub Čop, inž. Zvonko Ettinger, dipl. ec. Svetozar Grgurić, inž. Milan Kovačević, prof. dr Juraž Krpan, inž. Branko Matić, inž. Zora Smolčić, inž. F. Stajduhar — Urednik: A. Ilić. — Casopis izlazi jedamput mjesečno. — Pretplata: Godišnja 1000 Din za pojedince i 5000 Din za poduzeća i ustanove. Tisak: Izdavačko tiskarsko poduzeće »A. G. MATOŠ« — Samobor

## C O N T E N T S

Ing. Stanko Bađun and ing. Marjan Brežnjak:

THE YIELD IN THE PRODUCTION OF MOSAIC-  
-PARQUETRY

Dr ing. Lazar Vujičić:

ALGEBRIC METHOD OF LINEAR PROGRAMMING IN  
THE WOOD-WORKING ENTERPRISES

Ing. Milan Kovačević:

COMPARATIVE INVESTIGATION ABOUT FOUR  
CORNER-JOINTS WITH HEMP SHIVES BASED  
PARTICLE BOARD

\* \* \*

Wood-working Enterprise »Spačva« in Vinkovci

\* \* \*

Timber and Wood-working Abstracts

Slika na omotnoj stranici:

Istovar trupaca na skladištu Kombinata »Spačva« — Vinkovci

## ISKORIŠĆENJE SIROVINE U PROIZVODNJI MOZAIK PARKETA S POSEBNIM OSVRTOM NA VARIJACIJE DIMENZIJA LAMELA



U ovom su radu prikazani rezultati analize volumnog iskorišćenja sirovine u proizvodnji mozaik parketa. Posebno je analizirana varijacija dimenzija lamela i značenje te varijacije za proizvodnju mozaik parketa. Ispitivanja su vršena u uslovima normalne proizvodnje u jednom pogonu opremljenom strojevi-  
ma Schroeder. Sirovine za proizvodnju mozaik parketa bile su hrastove samice. Konačni su proizvod bile lamele za sastavljaj-  
nje ploča mozaik-parketa. Ukupno iskorišćenje iznosilo je kod jedne grupe uzoraka, zaokruženo, 51%, a kod druge 53%.

U članku je pored toga izračunato iskorišćenje u pojedinim fazama proizvodnje mozaik parketa, analizirane su razlike između nominalnog i stvarnog iskorišćenja, prikazan je tehnološki proces proizvodnje, a razmatrani su i neki drugi elementi u vezi iskorišćenja sirovine i varijacije dimenzija lamela.

### 1. UVOD

U zadnjih petnaestak godina brzo se razvila, a i dalje se još razvija, proizvodnja nove vrste parketa — mozaik parketa i lamel-parketa. U nazivu i definiciji tih vrsta parketa postoji još dosta razlika i u inozemstvu i kod nas. Mi ćemo radi jasnoće odmah definirati što razumijevamo pod mozaik, a što pod lamel-parketom. Za te definicije poslužiti ćemo se prijedlogom DIN propisa (1) od 1960. god.

Mozaik-parket je vrst parketa, koji se sastoji od malih drvenih lamela složenih u odgovarajućim kombinacijama tako, da tvore ploče određenih dimenzija. Lamel-parket je vrst parketa, koji se sastoji od malih drvenih lamela složenih u odgovarajućim kombinacijama i nalijepljenih na podlogu iz mekog drva, tako da s tom podlogom čine cjelovitu ploču određenih dimenzija.

Mozaik-parket je dobio ime prema svom izgledu.

Snažan razvoj industrije mozaik-parketa uslovljen je velikim potrebama građevinarstva i tendencijom za smanjenjem debljina etažnih konstrukcija te željom za boljim iskorišćenjem drva, specijalno onog slabije kvalitete.

I kod nas se, uporedo s ostalim oblicima mehaničke prerade drva, razvija industrija mozaik i lamel-parketa. Za ovu vrst prerade postoje velike sirovinske mogućnosti, a jaka građevinska djelatnost traži sve veće količine parketa, i to specijalno mozaik-parketa. Radi ilustracije navest ćemo, da je potrošnja u zemlji 1958. godine bila 88.000 m<sup>2</sup>, a u 1962. godini ta je potrošnja porasla na 800.000 m<sup>2</sup> (3). Pored toga, sve veća je potražnja mozaik-parketa i u izvozu, zbog toga što je jeftiniji i racionalniji u upotrebi u odnosu na običan parket.

Proizvodnja mozaik parketa zamišljena je na bazi popruga odnosno kratke i nisko kvalitetne građe. Praksa u nekim pogonima pokazuje, da se kao sirovina troši normalna piljena građa najlošije kvalitete.

Proizvodnja mozaik-parketa prilično je jednostavna i ne traži mnogo prostora niti velikih strojeva. Jedan od osnovnih zahtjeva u tehnologiji prerade je naglašen zahtjev za velikom preciznošću u izradi elemenata mozaik-parketa, kako se to može vidjeti i iz tabele 1, gdje su prikazane tolerancije u dimenzijama mozaik-parketa, prema DIN prijedlogu (1).

TABELA 1 — Tolerancije kod izrade lamela mozaik parketa (prema prijedlogu DIN normi od 1960. god.)

Dimenzije lamela mozaik parketa	mm	Dozvoljena odstupanja kod izrade	mm
Debljina	8	± 0,3	
Najveća širina	25	+ 0,1	- 0,2
Najveća dužina	165	± 0,2	

### 2. ZADATAK RADA

Osnovni je zadatak ovog rada bio izvršiti analizu iskorišćenja sirovine u proizvodnji mozaik-parketa i prikazati karakter varijacija dimenzija lamela.

Pored ukupnog iskorišćenja, željelo se izračunati i iskorišćenje u pojedinim fazama prerade, kao i ustanoviti količinu otpatka koji nastaje prilikom škartiranja lamela prije slaganja u ploče mozaik-parketa.

Radi analize osnovne problematike trebalo je u ovom radu više ili manje detaljno obraditi i neka druga pitanja, kao na pr. opis tehnološkog procesa. Tehnika statističke obrade i izra-



čunavanje podataka je izostavljena, osim nekih najvažnijih, orijentacionih elemenata.

Ovaj rad, obzirom na metodiku, nema za cilj da daje neke opće podatke. Dobijeni podaci tačno vrijede samo za odgovarajuće okolnosti rada. Ipak ovi podaci mogu poslužiti i kao uporedne vrijednosti za rad pod drugim uslovima.

### 3. OPIS TEHNOLOŠKOG PROCESA

Radi boljeg razumijevanja ovoga rada potrebno je najprije ukratko opisati tehnološki proces i neke karakteristike proizvodnje mozaik-parketa.

Pogon u kojem su vršena istraživanja izrađuje mozaik-parket s jednom garniturom strojeva marke Schroeder. Proces proizvodnje može se rasčlaniti u ove faze:

1. umjetno sušenje dasaka namijenjenih za izradu mozaik-parketa;
2. poprečno raspiljivanje dasaka na daščice čije su dužine jednake višestrukoj duljini jedne lamele;
3. uzdužno piljenje daščica po širini u popruge;
4. blanjanje popruga i raspiljivanje u letvice;
6. poprečno raspiljivanje letvica u lamele;
7. grubo sortiranje lamela;
8. fino sortiranje lamela i slaganje u ploče mozaik-parketa;
9. pakovanje parketa.

Izrada lamela za mozaik-parket nacrtana je shematski na sl. 1.

Sušenje dasaka vrši se u sušarama na 10% sadržaja vode.

Poprečno raspiljivanje dasaka vrši se na klatnoj pili. Ovo raspiljivanje vrši na nominalne dužine od 255, 370, 490, 605 i 725 mm, tj. na višestruke dužine lamela (tabela 2).

**TABELA 2 — Nominalne dužine daščica i broj lamela koje se dobiju po dužini jedne daščice**

Dužina daščica mm	Broj lamela	Dužina lamele mm	Prid za obradu daščica mm
255	2	115	25
370	3	115	25
490	4	115	30
605	5	115	30
725	6	115	35

Najveća dužina dobijenih daščica ne smije prijeći 725 mm, odnosno 6 dužina lamela plus prid od 35 mm za daljnju obradu, jer u stroj za poprečno raspiljivanje letvica (»bubanj«) ne mogu ući duži komadi. Prilikom ovog raspiljivanja dasaka eventualno se izbacuju takve greške iz daske, koje je ekonomičnije otkloniti u toj fazi prerade. To su obično greške koje obuhvaćaju cijelu širinu daske (trulež, velike

kvрге) pa bi prema tomu došle i u svaku pojedinu letvicu izrađenu kasnije. Ako je greška takva da eventualno obuhvaća samo po koju kasnije izrađenu lamelu, onda se u ovoj fazi takva greška ne odstranjuje, jer će biti ekonomičnije kasnije desklasirati ili odbaciti loše lamele.

Daske dolaze na raspiljivanje često jako izvitoperene i izbočene. Radi toga se u pravilu ispiljuju samo kraće daščice — od 250, 370 i eventualno 490 mm. Dulje daščice (odnosno kasnije dulje letvice) radi zakrivljenosti — koja dolazi to više do izražaja što je daščica duža — čine poteškoće obzirom na tačnost obrade u daljnjim fazama prerade.

U stroj za blanjanje i raspiljivanje u letvice ne mogu ući daščice šire od 92 mm, pa se zato sve šire daščice moraju raspiliti na širinu do maksimalno 92 mm. Minimalna širina daščice mora biti 25 mm, kako bi se iz nje kasnije mogle dobiti barem dvije letvice. Na paralici se nastoji široke daske raspiliti na nekoliko podjednako širokih popruga, jer je s jednako širokim daščicama lakši i brži rad na stroju za raspiljivanje popruga u letvice.

Kao i u prethodnoj fazi rada i ovdje se prilikom piljenja dasaka u pravilu ne odstranjuju greške iz dasaka ukoliko će biti ekonomičnije izbaciti kasnije pojedine neispravne lamele.

Daske koje dolaze u proizvodnju za preradu u mozaik-parket nisu uvijek jednako debele. Nejednakost u debljini dasaka može izazvati zastoj u radu stroja za raspiljivanje popruga u letvice, jer se predebele popruge uklješte. Radi toga sve daščice prolaze kroz blanjalicu, koja sve debele daske izblanja na 25,5 mm debljine.

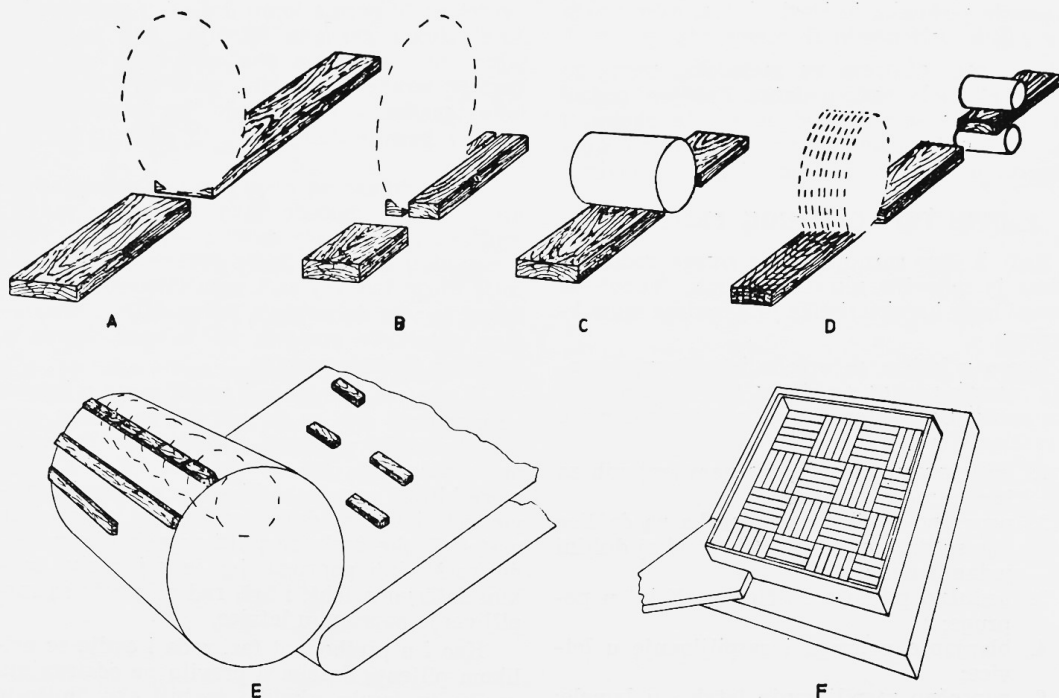
Popruge oblanjane na blanjalici prenose se u kombiniranu dvostranu blanjalicu i višestruku kružnu pilu. Na tom se stroju daščice oblanjaju s obje strane na debljinu od 23,0 mm, tj. na buduću širinu lamela, a zatim se raspiljuju u 9,0 mm debele letvice višestrukim cirkularom.

Dobijene letvice, čija je dužina jednaka višestrukoj dužini jedne lamele uvećana za odgovarajući prid za daljnju obradu (širina naspijaka i dr.), ulazu se na stroj za raspiljivanje letvica u lamele. Iz tog stroja ispadaju izrađene lamele na beskonačnu traku.

Na beskonačnoj traci (transporteru) se — koliko je to već moguće uz kretanje transportera i veliki broj malih lamela — grubo sortiraju lamele u dvije klase i bacaju u za to određene sanduke.

Lamele se na posebnim stolovima slažu u ploče mozaik-parketa. Kod toga se ujedno vrši i fino klasificiranje lamela u I i II klasu, odnosno odbacuju se neispravne lamele. Male netočnosti u dimenzijama mogu se primijetiti tek ovdje kod sastavljanja ploča.

Ploče su dimenzije 460 × 460 mm i sastoje se od 16 kvadrata s po 5 lamela u jednom kvadratu. Lamele su u jednom kvadratu složene okomito na lamele u susjednom kvadratu. Na



**SLIKA 1** — Shematski prikaz izrade mozaik-parketa. A — poprečno raspiljivanje dasaka u daščice, B — izrada popruga, — C — blanjanje popruga, D — izrada letvica, E — izrada lamela, F — slaganje lamela u ploče mozaik-parketa.

lice sastavljenih ploča naljepljuje se ljepljivi papir formata 450 × 450 mm. Ploče se proizvode u kvalitete I i II klase. Na svaku ploču ispisuje se oznaka klase i majstora koji je vršio klasifikaciju.

Ploče iste klase slažu se u kutije za otpremu. U jednu kutiju stavlja se po 15 ploča, što iznaša 3,174 m<sup>2</sup> mozaik-parketa. Ovakva kutija teži do 20 kg.

#### 4. MATERIJAL ZA ISTRAŽIVANJE I METODA RADA

Izrada mozaik-parketa radi praćenja iskorišćenja vršena je u jednom novom, dobro uređenom postrojenju u uslovima svakodnevne proizvodnje. Iako se kod analize u ovakvim uslovima nailazi na poteškoće u praćenju proizvodnje i prikupljanju potrebnih podataka, ipak takav rad ima tu prednost, da su svi podaci dobijeni pod uslovima normalne industrijske proizvodnje pa su stoga i direktno komparabilni za industriju mozaik-parketa.

Za analizu iskorišćenja u proizvodnji mozaik-parketa uzete su dvije grupe dasaka — uzoraka. Grupa I sastojala se od 0,184518 m<sup>3</sup> samica, a grupa II je sadržavala 0,426181 m<sup>3</sup> samica. Običnim vizuelnim ocjenjivanjem stekao se utisak, da su daske I grupe bile nešto slabije kvalitete od dasaka II grupe.

Za analizu su uzete grupe dasaka bez posebnog odabiranja. Veličina grupe uzoraka limi-

tirana je praktičnim razlozima, tj. mogućnošću kontrole svih elemenata proizvodnje. Druga grupa uzoraka je znatno veća, jer su se već kod rada s prvom grupom stekle potrebna iskustva za savlađivanje raznih praktičnih problema koji su se postavljali u toku ovih ispitivanja.

Posebno je prerađena i analizirana grupa I, a posebno grupa II. Razmak između prerade obiju grupa dasaka — uzoraka bio je oko 6 dana. Okolnosti pod kojima su obje grupe prerađene bile su podjednake, koliko je to već bilo moguće kontrolirati.

Iskorišćenje u proizvodnji mozaik-parketa računato je i tabelarno prikazano na bazi volumena otpatka koji nastoje u pojedinim fazama obrade, i volumena početne sirovine, tj. hrastovih neokrajčanih dasaka. Ove su vrijednosti izražene u postocima. Posebno je sumiran postotak otpadaka koji nastaje u toku proizvodnje lamela, a posebno otpadak uslijed škartiranja lamela. Pored toga, kod otpadaka koji nastaje u fazi škartiranja gotovih lamela, izvršena je analiza strukture grešaka radi kojih se neispravne lamele odbacuju. Te su greške svrstane u dvije kategorije: greške koje su uzrokovane greškama drva (kvrge, pukotine, dekolracije i dr.), a koje se u mozaik-parketu ne toleriraju, i greške koje su uzrokovane nepravilnom mehaničkom obradom. Kod ove druge vrste grešaka radi se uglavnom o neodgovarajućim dimenzijama lamela, radi kojih je ove nemoguće pravilno ukloniti u ploče mozaik-parketa.

Iskorišćenje je izračunavano na dva načina, tj. prema nominalnim i prema stvarnim dimenzijama sirovine i gotovih proizvoda, odnosno poluproizvoda. Iako se u praktične svrhe koristimo obično nominalnim vrijednostima, ovdje je iskorišćenje prikazano i na temelju stvarnih dimenzija. To je učinjeno radi toga, da se uočavanjem eventualnih većih razlika između nominalnih i stvarnih dimenzija izvrši analiza uzroka tih razlika.

U tabeli 3 prikazane su dimenzije sirovine, poluproizvoda i gotovih proizvoda, na temelju kojih su se izračunavali odgovarajući volumeni.

**TABELA 3 — Dimenzije sirovine, poluproizvoda i gotovog proizvoda u izradi mozaik-parketa, na temelju kojih je računato iskorišćenje**

Faze izrade mozaik parketa	Red. br. grupe	Br. kom. u grupi	Dimenzije za izračunavanje volumena (mm)					
			Dimenzije za nominalni volumen			Dimenzije za stvarni vol.		
			Duž.	Sir.	Deblj.	Duž.	Sir.	Deblj.
Daske	I	4	1.100	167,0	25,5	1.120	167,0	26,5
		46	1.000	141,5	25,5	1.021	141,5	26,5
	II	66	1.100	133,9	25,5	1.123	133,9	26,5
		46	1.000	152,2	25,5	1.020	152,2	26,5
Daščice	I	57	255	147,6	25,5	256,9	147,6	26,5
		30	370	138,2	25,5	367,0	138,2	26,5
		49	490	143,8	25,5	487,2	143,8	26,5
		40	255	138,4	25,5	256,9	138,4	26,5
		165	370	133,2	25,5	367,0	133,2	26,5
	II	95	490	147,6	25,5	487,2	147,6	26,5
		13	255			256,9		
		62	370	47	25,5	367,0	52,1	26,5
		30	490			487,2		
		41	255			256,9		
Popruga	II	164	370	60	25,5	367,0	61,6	26,5
		109	490			487,2		
		8	255			256,9		
		66	370	70	25,5	367,0	71,0	26,5
		44	490			487,2		
	I	15	255			256,9		
		25	370	81	25,5	367,0	81,7	26,5
		31	490			487,2		
		5	255			256,9		
		11	370	92	25,5	367,0	89,6	26,5
Letvice	I	22	490			487,2		
		640	255	23	9	256,9	22,9	8,9
		337	370	23	9	367,0	22,9	8,9
		539	490	23	9	487,2	22,9	8,9
Lamele	II	434	255	23	9	256,9	22,9	8,9
		1.767	370	23	9	367,0	22,9	8,9
Škartiranje 1.	I	1.123	490	23	9	487,2	22,9	8,9
		4.447	115	23	9	115,1	22,9	8,9
Škartiranje 2.	II	10.661	115	23	9	115,1	22,9	8,9
		4.339	115	23	9	115,1	22,9	8,9
	II	10.354	115	23	9	115,1	22,9	8,9
		3.932	115	23	9	115,1	22,9	8,9
		9.564	115	23	9	115,1	22,9	8,9

Iz tabele 3 se vidi, da su negdje i nominalne i stvarne vrijednosti iste veličine. To je slučaj tamo gdje se i normalno ne pravi razlika između nominalnih i stvarnih veličina ili pak stvarne vrijednosti nije bilo moguće mjeriti. Stvarne su veličine izračunate kao aritmetičke sredine odgo-

varajućih dimenzija na određenom broju uzoraka. Te su veličine prikazane u tabeli 4.

**TABELA 4 — Srednje veličine i standardne devijacije dimenzija nekih poluproizvoda i gotovih elemenata za izradu mozaik-parketa**

Mjereni elementi	Nominalne vrijednosti	Stvarne vrijed.	Broj	Oznaka
	mm	Prosječna veličina (M) mm	Standardna devijacija (s) mm	uzo- grupe koje su uzorci iz uzorci
Dužina daščica	255	256,88	1,41	40
	370	367,04	2,23	164
	490	487,16	2,09	92
Širina popruga	47	52,14	2,19	84
	60	61,59	2,03	320
	70	70,98	1,52	116
	81	81,70	1,82	68
	92	89,61	1,73	12
Debljina oblanjanih popruga	25,5	25,7	0,69	144
Dužina lamela	115	115,10	0,12	100
	115	115,06	0,05	100
Širina lamela	23	22,98	0,14	100
	23	22,95	0,10	100
Debljina lamela	9	8,89	0,08	100
	9	8,88	0,08	100

Uzorci za dužinu daščica te širinu i debljinu popruga uzeti su samo iz grupe II, dok su dobijeni podaci korišćeni i za izračunavanja stvarnog odgovarajućeg volumena i u grupi I. Ovako je rađeno uz pretpostavku da ne postoji signifikantna razlika između odgovarajućih srednjih vrijednosti uzoraka iz grupe I i II. Kako ova pretpostavka nije dokazana, to i primijenjen postupak za izračunavanje stvarnog volumena kod spomenutih poluproizvoda grupe I nije posve korektan. Ovi se podaci mogu koristiti orijentaciono. U svakom slučaju smatramo važnijim podatke koji se baziraju na nominalnim vrijednostima.

Navest ćemo, kako je vršeno mjerenje određenih dimenzija u pojedinim fazama izrade lamela.

Kod dasaka je mjerena samo dužina i širina. Dužina je mjerena na najkraćem mjestu svake daske s točnošću od 1 mm. Iz podataka u tabeli 2 se vidi, da su daske bile nominalne dužine 1,00 i 1,10 m, dok je stvarna prosječna dužina bila za oko 2 cm veća, što je u skladu sa standardnim propisima o nadmjeri na dužinu piljenica.

Širina dasaka mjerena je na polovini dužine, na užoj strani, s točnošću od 1 mm. U tabeli je širina dasaka iskazana kao aritmetička sredina širina svih dasaka. Ta je vrijednost uzeta za izračunavanje nominalnog kao i stvarnog volumena dasaka.

Za nominalnu debljinu dasaka uzeta je vrijednost od 25,5 mm, jer se uz tu debljinu računa volumen dasaka kao sirovine za izradu mozaik-parketa u dotičnom pogonu. Stvarna debljina dasaka nije mjerena, ali je uzeta da iznaša 26,5



mm, odnosno 1 mm više od nominalne. Ta je veličina opravdana time, što su daske za izradu mozaik-parketa mahom bočnice i pilile su se u pilani na debljinu od 27,5 mm. Uzevši to u obzir, ukupni apsolutni iznos utezanja do zadanog sadržaja vode u drvu kretat će se oko 1 mm.

Kod daščica je također mjerena samo dužina i širina, dok je debljina u ovoj fazi obrade nepromijenjena i uzeta je kao i kod dasaka. Dužina je mjerena na najkraćem mjestu daščice s točnošću od 1 mm. Nominalne vrijednosti dužina su uzete prema podacima koji su dati kod opisa tehnološkog procesa.

Širina je mjerena na polovini dužine daščice s točnošću od 1 mm. U tabeli 2 su i za nominalne i za stvarne širine navedene prosječne vrijednosti na bazi mjerenja svih daščica.

Popruge su dobijene uzdužnim piljenjem daščica pa su i nominalne i stvarne dužine uzete kao i kod daščica. Stvarno ovdje bi moglo doći do izvjesnih razlika da su direktno mjerene dužine popruga (radi mogućnosti kosog prikraćivanja daščica), ali smatramo, da su to praktički vrlo male razlike i da se mogu zanemariti.

Sve su veće dimenzije mjerene čeličnim metrom, dok su manje dimenzije mjerene metalnom promjerkom.

## 5. ISKORIŠĆENJE SIROVINA

Rezultati analize o iskorišćenju sirovine kod proizvodnje mozaik-parketa prikazani su u tabeli 5.

Ukupno nominalno iskorišćenje iznosi 50,7% ili 56,36m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> kod prve grupe, odnosno 53,4% ili 59,36 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> kod druge. Razlika u postotku iskorišćenja između objiju grupa, koja iznosi svega 2,7%, vjerojatno je uzrokovana razlikama u kvaliteti sirovine.

Promatrajući strukturu otpadaka na bazi nominalnih vrijednosti, vidi se, da je najveći otpadak uzrokovan mehaničkom obradom i da iznosi 42,6%, odnosno 40,5%. Otpadak uslijed škartiranja je relativno znatno manji i iznosi 6,6%, odnosno 6,1%.

Analizirajući strukturu nominalnih otpadaka po veličini, vidi se, da daleko najveći otpadak nastaje kod prerade popruga u letvice. To je i ra-

**TABELA 5**

**Otpaci u proizvodnji mozaik-parketa. Navedeni su u kupni otpaci, kao i otpaci u pojedinim fazama izrade kod dvije grupe uzoraka (grupa I i grupa II).**

Faze izrade mozaik parketa	Grupa I				Grupa II			
	Nominalne vrijednosti		Stvarne vrijednosti		Nominalne vrijednosti		Stvarne vrijednosti	
	Drvena masa m <sup>3</sup>	Otpadak %	Drvena masa m <sup>3</sup>	Otpadak %	Drvena masa m <sup>3</sup>	Otpadak %	Drvena masa m <sup>3</sup>	Otpadak %
DASKE	0,184518		0,195990		0,426181		0,452230	
DAŠČICE	0,181712		0,188580		0,418585		0,432540	
POPRUGE		36,56				3,62		0,86
LETVICE	0,114264		0,112335	38,90	0,403170		0,428651	
LAMELE	0,105860		0,104411		0,272149	30,74	0,266427	35,87
UKUPNI OTPADAK KOD OBRADE				4,04		4,31		3,63
		1,39		46,72		40,45		44,71
ŠKARTIRANJE 1.	0,103289		0,101875	1,29	0,246477	1,71	0,242808	1,59
		5,25				4,42		4,10
ŠKARTIRANJE 2.	0,093600		0,092319	4,88			0,224282	
UKUPNI OTPADAK KOD ŠKARTIRANJA:		6,64		6,17		6,13		5,69
SVEUKUPNI OTPADAK		49,27		52,89		46,58		50,40

Nominalne širine popruga navedene su već prije. Stvarne su širine dobijene mjerenjem na polovini dužine na pune milimetre kod određenog broja uzoraka.

Debljine popruga su i u ovoj fazi jednake kao i kod prethodnih faza obrade.

Što se tiče dužina letvica, vrijedi ono isto što je rečeno i za dužine popruga. Stvarna i nominalna vrijednost širine i dužine letvica razlikuju se zaokruženo za 0,1 mm. Kod gotovih lamela širina i debljina ostaju jednake kao i kod letvica. Između nominalne i stvarne vrijednosti dužina postoji razlika od 0,1 mm.

zumljivo, jer u toj fazi dolazi uslijed blanjanja do smanjenja debljine od 25,5 mm na 23 mm (debljina popruga postaje širina letvice) i do paranja popruga na višestrukom cirkularu u velik broj tankih letvica.

Između postotaka otpadaka kod prerade na drugim strojevima ne postoji jako velika razlika. Poslije spomenutog gubitka na višelisnom cirkularu najveći otpadak (4,6% i 4,3%) nastaje na stroju za prikraćivanje letvica u lamele. Ovaj gubitak nastaje radi poprečnih rezova, kojima se dugačka letvica prikrati u nekoliko lamela. Širina raspiljka iznosi prosječno 2,3 do 2,8 mm —

već prema debljini upotrebljenih pila. Pored gubitka uslijed rezova u ovoj fazi prerade nastaju i gubici uslijed otpadanja dvaju krajnjih dijelova letvice, koji su služili kao nadmjera. Mjerenjima je ustanovljeno, da dužina odpatka na jednoj strani letvice iznosi prosječno 5,3 mm. Gubici uslijed lamela s greškama (na pr. nepotpuna dužina lamela i sl.) iskazuju se uglavnom prilikom škartiranja.

Slijedeći po veličini je onaj otpadak (3,6%) koji nastaje na paralici prilikom paranja širokih daščica u uže popruge. Ovaj otpadak nastaje uglavnom radi raspiljka, a manje — kako je to objašnjeno u prikazu tehnološkog procesa — radi odstranjivanja nekih grešaka drveta. Najčešće se radi o svega jednom rezu na jednoj daščici.

Relativno je najmanji otpadak (1,5% i 1,8%) na klatnoj pili rubilici. Ovaj otpadak nastaje, kao i kod paranja, uglavnom samo radi raspiljka, a vrlo malo radi odstranjivanja grešaka drva.

U prvoj grupi nisu posebno mjereni otpaci kod paranja daščica u popruge pa su ovi gubici prikazani kumulativno s otpacima kod prerade popruga u letvice.

Ako analiziramo razlike u ukupnom iskorišćenju bazirane na nominalnim i stvarnim vrijednostima odgovarajućih dimenzija, onda vidimo, da te razlike iznose u prvoj grupi 3,6%, a u drugoj 3,8% u korist nominalnog iskorišćenja. Obzirom na pojedine faze izrade, vidi se, da je u nekim fazama veći otpadak na bazi nominalnih dimenzija, a negdje onaj baziran na stvarnim vrijednostima.

Na klatnoj pili kod izrade daščica veći je stvarni otpadak. To je posljedica nadmjere na nominalnu dužinu dasaka i uglavnom manje stvarne dužine daščica u odnosu na nominalnu dužinu.

Kod paranja daščica u popruge veći je nominalni otpadak (grupa II). To je radi toga, što su nominalne vrijednosti širina popruga manje od stvarnih vrijednosti (osim kod nominalne širine popruga od 92 mm).

Kod raspiljivanja popruga u letvice iskazuje se apsolutno najveća razlika u veličini nominalnog i stvarnog odpatka u korist stvarnog odpatka.

Ovo je posljedica dvaju razloga. Prvo, stvarna širina popruga je veća od nominalne, dok je stvarna debljina lamela manja od nominalne, pa je gubitak u ovoj dimenziji veći nego kod nominalnih vrijednosti. Drugo, stvarna debljina popruga je veća od nominalne, a stvarna širina lamela je manja od nominalne. Tek u ovoj fazi izrade mozaik-parketa dolazi do izražaja stvarna debljina dasaka, kad se ta debljina reducira na širinu lamela. U ovoj je fazi izrade uključen i gubitak prethodnog blanjanja lamela na jednoličnu debljinu (nominalno 25,5 mm).

Kod prikraćivanja letvica na višestrukoj kružnoj pili, gdje se iz letvica izrađuju lamele, veći je nominalni otpadak nego stvarni. Do toga dolazi radi toga, jer je nominalna dužina letvica uglavnom veća od stvarne, a dužina lamela nešto manja.

Otpadak uslijed škartiranja je malo veći na bazi nominalnih vrijednosti, što je posljedica načina obračunavanja postotka odpatka (stavljajući odpatka nastalog u određenoj fazi obrade u odnos prema početnom volumenu sirovine).

Činjenica da je postotak odpatka kod drugog škartiranja znatno veći je razumljiva, jer se prilikom prvog škartiranja uz kontinuirano prolaznje lamela na transporteru ne mogu lako uočiti sve greške. Uočavanje grešaka je lakše prilikom drugog škartiranja, koje je povezano sa slaganjem lamela u ploče, tj. s procesom koji je polaganiji i gdje se primjećuju osobito greške u nepravilnosti dimenzija lamela.

Podaci o strukturi grešaka kod škartiranja lamela izneseni su u tabeli 6.

Kako se iz tabele vidi, greške su grupirane u dvije osnovne kategorije, tj. greške drva i greške nepravilnih dimenzija. Upada u oči, da je apsolutni postotak odpatka lamela s neispravnim dimenzijama velik (4,8% i 3,6%). Također je upadljiv i relativno znatno veći otpadak lamela s neispravnim dimenzijama u odnosu na otpadak lamela s greškama drva. Međutim, ovaj posljednji odnos nije posve realan, jer je dio drvene mase s greškama odbačen već u prethodnim fazama izrade mozaik-parketa.

**TABELA 6**  
Struktura grešaka kod škartiranja gotovih lamela mozaik-parketa na bazi nominalnih vrijednosti

Način škartiranja	Vrst grešaka	kom.	Grupa I m <sup>3</sup>	Količina lamela s greškama			
				Grupa I		Grupa II	
				%	kom.	m <sup>3</sup>	%
Na transporteru	U drvu	35	0,000833	0,45	102	0,002428	0,57
	U dimenzijama	73	0,001738	0,94	205	0,004880	1,14
Kod slaganja u ploče	U drvu	112	0,002666	1,44	343	0,008165	1,92
	U dimenzijama	295	0,007022	3,81	447	0,010641	2,50

## 6. STVARNE I STANDARDNE DIMENZIJE LAMELA

Kod nas ne postoje standardni propisi o dimenzijama lamela mozaik-parketa niti o dozvoljenim odstupanjima od tih dimenzija. U pogonu u kojem je vršena ova analiza vršena je i kontrola dimenzija lamela pomoću šablona. Šablone su imale tri utora — za kontrolu dužine, širine i debljine lamela. Utori su imali nominalne vrijednosti odgovarajućih dimenzija lamela. Kontrola je vršena na ponekim lamelama, koje se prilikom slaganja u ploče mozaik-parketa nisu mogle pravilno uklopiti. Ponekad su u ploče slagane i lamele s neispravnim dimenzijama, ako je bilo moguće određenom kombinacijom lamela eliminirati utjecaj tih grešaka na sastavljanje u ploče (na pr. zajedno su se u jedan kvadrat mogle uklopiti po jedna preširoka i jedna preuska lamela).

Radi ovih razloga nemoguće je utvrditi stvarne tolerancije u odstupanju od nominalnih dimenzija.

Ako uzmemo za tolerancije dimenzija lamela vrijednosti koje daju DIN propisi, može se izračunati koliki bi bio otpadak lamela radi neispravnih dimenzija. Taj je otpadak u postotnom iznosu u odnosu na ukupni broj proizvedenih lamela prikazan u tabeli 7. Izračunavanje je vršeno prema uzorcima iz svake grupe lamela, uz pretpostavku da je distribucija osnovnog skupa (grupa I i grupa II) normalna. Metoda rada temelji se na principima varijacione statistike.

Vrlo je interesantno uporediti stvarni postotak odbačenih lamela prema teoretski neispravnim (obzirom na dimenzije). Vidi se odmah, da je stvarno odbačena količina znatno manja od količine lamela koje imaju odstupanja u dimenzijama veća od dozvoljenih prema DIN propisima. Razlog tomu može biti dvojak. Prvo, vjerojatno je da su stvarno prakticirane (iako nepoznate) tolerancije, osobito u širini lamela, bi-

le veće od navedenih u tabeli. Drugo, prilikom slaganja u ploče moguće je u određenim kombinacijama uklopiti i lamele s većim netačnostima dimenzija. To ukazuje ujedno i na to, da se broj neispravnih lamela ne mora poklopiti s brojem stvarno odbačenih lamela.

Najveći broj neispravnih lamela nalazi se u grupi širina. To ukazuje na to, da su varijacije u stroju za blanjanje popruga (gdje se lamelama daje definitivna širina) prevelike i da treba analizirati rad tog stroja i otkloniti uzroke prevelike varijacije.

## 7. VARIJACIJE DIMENZIJA LAMELA

Iz tabele 7 može se vidjeti, da su i srednje vrijednosti i standardna devijacija uzoraka različite u grupi I i u grupi II. Postavlja se pitanje, da li su te varijacije slučajne i posljedica normalnih uzroka varijacija ili su te varijacije uzrokovane nekim posebnim uzrokom ili grupom uzroka, koji možda ne bi trebali biti prisutni u procesu proizvodnje.

Da bismo odgovorili na prednje pitanje, izvršili smo analizu signifikantnosti srednjih vrijednosti pojedinih dimenzija uzoraka. Da li je takav postupak knezavisne analize pojedinih dimenzija na istom elementu pravilan? Mislimo da je odgovor pozitivan, jer se svaka dimenzija lamela definira bilo na posebnom stroju (dužina), bilo na posebnim dijelovima istog stroja (debljina i širina). Svaka se dimenzija, dakle, formira posebno, pa je i kod toga formiranja moguće djelovanje sasvim drugih uzroka varijacije.

Analiza signifikantnosti srednjih vrijednosti izvršena je po statističkim principima (2) prema formuli:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\sigma^2_{M1} + \sigma^2_{M2}}}$$

Vrijednost  $t$  izašla je za debljinu, 1,12, za širinu 1,70, a za dužinu 2,69. Da bi razlike

TABELA 7 — Količina lamela koje su van granica tolerancije određenih dimenzija

Oznaka grupe	Dimenzija	Normalna veličina dimenzija	Dozvoljena odstupanja (DIN)	Broj uzoraka	Prosječna veličina dimenzije (M)	Standardna devijacija (s)	Količina lamela van granica tolerancije			Stvarno odbačene lamele
							van + granica	van - granica	Ukupno van granica	
		mm	mm		mm	mm	%	%	%	%
I	dužina	115,0	± 0,2	100	115,097	0,119	4,46	0,64	5,10	
	širina	23,0	+ 0,1	100	22,984	0,142	20,62	9,68	30,30	
	debljina	9,0	± 0,3	100	8,891	0,075	0,00	0,00	0,00	
<b>UKUPNO</b>									<b>35,40</b>	<b>8,28</b>
II	dužina	115,0	± 0,2	100	115,062	0,053	0,47	0,00	0,47	
	širina	23,0	+ 0,1	100	22,954	0,104	8,08	6,94	15,02	
	debljina	9,0	± 0,3	100	8,879	0,076	0,00	0,91	0,91	
<b>UKUPNO</b>									<b>16,40</b>	<b>6,12</b>



srednjih vrijednosti bile signifikantne, s rizikom od 5%, vrijednost  $t$  mora biti veća od 1,98. Obzirom na to može se zaključiti, da ne postoji signifikantnost između srednjih vrijednosti debljina i širina kod dviju grupa uzoraka, dok je naprotiv razlika između srednjih vrijednosti dužina signifikantna.

Prevedeno na tehnički rječnik, prednji podaci daju osnove, da se s priličnom sigurnošću može utvrditi, da je varijacija proizvodnje na kombiniranom stroju za blanjanje popruga i njihovo raspiljivanje u letvice posljedica normalnih uzroka varijacija. Ovdje nećemo detaljnije ulaziti u razmatranje ovog pitanja.

Razlike u dimenzijama dužina lamela nisu uzrokovane normalnom varijacijom na stroju za raspiljivanje letvica u lamele, već je bilo i nekih posebnih uzroka. Ove bi uzroke vjerojatno morali tražiti u radu samog stroja a manje u njegovom posluživanju (obzirom da se radi o stroju koji je u velikom stepenu automatiziran) ili u razlici u kvaliteti sirovina.

Što se tiče uzroka u samom stroju, ovi se sastoje u različitoj debljini kružnih pila za prikraćivanje letvica i u različitoj veličini razvrake i u drugim uzrocima. U razmatranom slučaju upotrebljavane su pile dviju različitih debljina s razvrakom od prosječno 0,32 do 0,40 mm na svaku stranu.

Za jednu širu analizu varijacije u proizvodnji mozaik-parketa i za istraživanje njihovih uzroka trebalo bi više mjerenja u toku dužeg vremenskog perioda. Ovdje je ovaj problem uglavnom samo postavljen. S postojećim materijalom ilustrirano je značenje varijacije dimenzija lamela i pokazan način, kako se k tomé problemu može naučno prići i kako ga se može analizirati.

## 8. ZAKLJUČAK

Na temelju sprovedene analize iskorišćenja sirovine u proizvodnji mozaik-parketa i razma-

tranja dobijenih rezultata mogu se izvesti neki zaključci. Ovi zaključci vrijede točno samo za sprovedenu analizu u datom pogonu. Za ostale pogone, gdje se mozaik-parket izrađuje po istom postupku, ovi rezultati mogu poslužiti kao komparativni materijal.

— Iskorišćenje sirovine u proizvodnji hlastovog mozaik-parketa iznosi nominalno zao-kruženo, 51% odnosno 53% ili 54,4 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, odnosno 59,4 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

— Ukupni postotak otpatka u svim fazama izrade mozaik-parketa iznosi 43%, odnosno 41%. Postotak otpatka kod škartiranja iznosi 7%, odnosno 6%.

— Apsolutno najveći otpadak nastaje u fazi prerade popruga u letvice. Zato osobito u ovoj fazi izrade treba tražiti eventualne mogućnosti za povećanje iskorišćenja.

— Iskorišćenje na bazi nominalnih dimenzija je za oko 4% veće nego iskorišćenje bazirano na stvarnim dimenzijama.

— Razlike između nominalnog i stvarnog iskorišćenja posljedica su dvaju osnovnih uzroka: nadmjera na obradu i varijacije stvarnih dimenzija.

— Jednom posebnom analizom trebalo bi utvrditi opravdanost pojedinih veličina nadmjere kao i mogućnost preciznije obrade na nekim strojevima. Rezultat ovakve analize vjerojatno bi ukazao na mogućnost povećanja iskorišćenja u proizvodnji mozaik-parketa.

## LITERATURA

1. \* \* \*: Parket, Mozaikparketstaäbe, Lamellen-Parkettdielen. Holz-Zentralblatt 86 (1960) br. 134, s. 1885.
2. ŽARKOVIĆ S. S.: Statističke metode u industrijskim istraživanjima. Beograd, 1949.
3. M. F.: Domaće tržište. Drv. glasnik, Sv. XI (1963) br. 5, s. 7.

### THE YIELD IN THE PRODUCTION OF MOSAIC PARQUETRY WITH A SPECIAL REGARD TO THE VARIATION OF MOSAIC-STRIP SIZES

Given are the results of an analysis of raw-material yields in the production of mosaic parquetry. Analysed are especially dimension variations of mosaic-strips as well as the importance of this variation with respect to the manufacture of mosaic parquetry.

Investigations were carried out in a new and modern plant during several ordinary working days. The plant is equipped with »Schroeder« machines. The raw-material used were low-quality Oak boards. As a final product mosaic-strips for the construction of panels of mosaic parquetry were considered. The total yield was found to be 51% in one group of samples, and 53% in the other.

Calculated were also the yields of raw-material in different stages of processing mosaic-strips. Besides, in the article is described the technological process in the manufacture of mosaic parquetry. There are mentioned also some other questions in connection with the yield of raw-material.

# ALGEBARSKI METOD LINEARNOG PROGRAMIRANJA U DRVNO-INDUSTRIJSKIM PREDUZEĆIMA

U broju 11-12/1962 »DRVNE INDUSTRIJE« u radu »LINEARNO PROGRAMIRANJE U DRVNO-INDUSTRIJSKIM PREDUZEĆIMA« obradili smo uvodna izlaganja o linearnom programiranju i grafički metod linearnog programiranja. Naslanjajući se na navedeni rad, u narednim redovima obradimo ALGEBARSKI METOD LINEARNOG PROGRAMIRANJA prilagođen za njegovu primenu u oblasti drvne industrije.

Osnovni način algebarskog izražavanja zadataka koji spadaju u oblast linearnog programiranja su **jednačine**. Pošto su u zadacima linearnog programiranja sadržane **linearne zavisnosti**, to će se u daljim izlaganjima razmotriti rešavanje zadataka pomoću **jednačina prvoga stepena**, to jest pomoću takvih jednačina, u kojima se promenljive odnosno nepoznate susreću u prvom stepenu.

Daljnja predstava o karakteru takvih zadataka linearnog programiranja može se stvoriti na osnovu analize njihove strukture. **Broj promenljivih** u ovim zadacima određuje se brojem veličina koje mogu zameniti jedna drugu. **Broj jednačina** određuje se brojem ograničavajućih ekonomskih činilaca ili uslova.

Ograničavajući uslovi se mogu prikazati u obliku tako-zvanih **strukturnih jednačina**. Strogo govoreći, u linearnom programiranju izraz »strukturne jednačine« ne odnosi se samo na **jednakosti**, već i na **nejednakosti**. Ali, ukoliko nejednakost može da bude preobražena u jednakost, tada će se u daljnjim izlaganjima govoriti o jednakostima, odnosno o jednačinama.

Iz strukturnih se jednačina mogu lako izdvojiti odnosi, koji omogućuju zamenu jednih promenljivih s drugima pomoću **preobrazovne funkcije**. Sistem takvih strukturnih jednačina može se predstaviti kao celokupnost elemenata, pomoću kojih je moguće izgraditi geometrijsku figuru, odnosno **ispupčeni poliedar**, na kojemu se traži maksimum. Broj promenljivih određuje veličinu prostora, u kojemu se traži rešenje, odnosno određuje **prostor rešenja**. Ali, da bi se došlo do samoga rešenja, treba znati i druge uslove zadatka, a naročito treba znati kriterijum optimalnosti. Ovaj kriterijum se takođe izražava pomoću jednačina, koje predstavljaju tako-zvanu **funkciju cilja**, o kojoj je bilo govora u grafičkoj predstavi zadataka linearnog programiranja.

Na ovaj način se može videti, da u algebarskom metodu postoji potpuna analogija s geometrijskim odnosno grafičkim metodom izražavanja zadataka linearnog programiranja. Prednost algebarskog metoda nad grafičkim sastoji se u tome, što se algebarski metod može primeniti i u slučaju postojanja većeg broja promenljivih — i od tri na više, tj. u mnogob-

stranom prostoru, u kome se mogućnosti očigledne odnosno grafičke predstave iscrpljuju.

Da bi izlaganja o algebarskom metodu rešavanja zadataka linearnog programiranja bila razumljivija i u ovome radu će se koristiti primeri, pri čemu će se takođe ići od prostih ka složenijim primerima. U cilju lakšeg razumevanja algebarskog metoda i ovde će se koristiti isti primeri, koji su razmatrani i pri iznalaženju grafičkih rešenja. Ovakav način izlaganja će omogućiti da se prate i upoređuju algebarski i grafički metod rešavanja zadataka iz oblasti linearnog programiranja i time algebarski metod učiniti lakše shvatljivim.

## 1. Algebarski proračun optimalnog kapaciteta u proizvodnji kombinovanih ormara s dve promenljive i dva ograničenja

Proizvodni kapacitet fabrike: 5.000 kom. kombinovanih ormara tipa A ili 10.000 kom. kombinovanih ormara tipa B. Cena ormara tipa A iznosi 70.000 d.n/kom, a cena ormara tipa B je 40.000 d.n/kom. Mogući plasman na tržištu: ormara A do 4.000 kom., ormara B do 7.000 komada. Treba odrediti takav plan izrade oba tipa ormara, koji će obezbediti maksimalnu vrednost proizvodnje uzimajući u obzir postavljena ograničenja.

### Prvi način

Po prvome načinu treba prethodno izvršiti analizu zadatka i ustanoviti broj promenljivih i broj ograničenja. Analiza navedenog primera glasi:

broj promenljivih = 2, pri čemu  $x$  = tip A, a  $y$  = tip B;

broj osnovnih graničnih uslova = 1 — ukupni proizvodni kapacitet fabrike;

broj dopunskih ograničenja = 1 — kapacitet tržišta;

ukupni broj ograničenja = 2.

Posle ovoga postavlja se formula, odnosno preobrazovna funkcija oblika, koja glasi:

$$k_1 \cdot x + k_2 \cdot y = N$$

U ovoj jednačini  $k_1$  i  $k_2$  su koeficijenti, koji određuju oblik preobrazovne funkcije;  $x$  i  $y$  su promenljive, a  $N$  je veličina preobrazovne funkcije, odnosno veličina konstante.

Pri postavljanju jednačina za rešenje ovoga zadatka putem rasuđivanja, postupak je sledeći:

U jednogodišnjem proizvodnom ciklusu može se izraditi maksimum 5000 kom. kombinovanih ormana tipa A i 0 kom. kombinovanih ormana tipa B. Za isti period vremena može se proizvesti 10000 kom. kombinovanih ormana tipa B i 0 kom. ormana tipa A.

Jednačina proizvodnog kapaciteta — **K** za navedenu proizvodnu kombinaciju može se izraziti sledećim formulama:

$$5000 \cdot k_1 + 0 \cdot k_2 = K \text{ ili} \\ 0 \cdot k_1 + 10000 \cdot k_2 = K.$$

Iz ovih dveju jednačina mogu se izračunati nepoznati koeficijenti  $k_1$  i  $k_2$ , koji određuju oblik preobrazovne funkcije:

$$k_1 = \frac{K}{5000}; \text{ a pri } K=10000 \dots k_1 = \frac{10000}{5000} = 2; \\ k_2 = \frac{K}{10000}; \text{ a pri } K=10000 \dots k_2 = \frac{10000}{10000} = 1.$$

Na taj način, za proizvodni kapacitet od 10000 kom. kombinovanih ormana  $k_1 = 2$ , a  $k_2 = 1$ , pa će odgovarajuća strukturna jednačina imati ovaj oblik:

$$2 \cdot x + y = 10000.$$

Da je ovaj rezultat sličan s grafičkim izražavanjem može se lako proveriti na grafikonu broj 2, koji je uzet iz prethodnog rada.<sup>1)</sup>

Za proveravanje će se prvo uzeti da je  $x$ , a zatim  $y$  jednako nuli, a rezultat treba da odgovori veličini na grafikonu. U našem primeru u formuli:

$$2 \cdot y + x = 10000$$

prvo će se uzeti da je  $x = 0$ . Iz ovoga izlazi:

$$2 \cdot 0 + y = 10000 \text{ odnosno} \\ y = 10000.$$

Zatim će se uzeti da je  $y = 0$  pa će se dobiti:

$2 \cdot x + 0 = 10000$  odnosno posle uređivanja formule  $x = 5000$ .

Iz ovoga dalje izlazi da su tačke na grafikonu jednake:

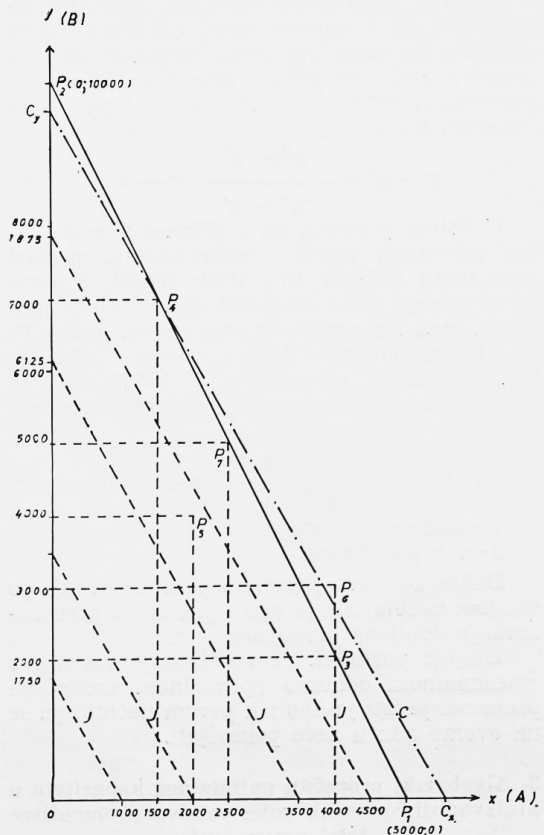
$$P_1(5000;0) \text{ i} \\ P_2(0;10000).$$

Rešenje s maksimalnom vrednošću proizvodnje treba tražiti na osnovu sledećih vrednosti  $x$  i  $y$ :

1)  $x = 5000$ ;  $y = 0$ ;

2)  $x = 0$ ;  $y = 10000$ ;

3) optimalna kombinacija  $x$  i  $y$ . No kako postoji i ograničenje tržišnog kapaciteta i to za ormane A do 4000 kom. i za ormane B do 7000 kom, to će se optimalna kombinacija za  $x$  kretati od 0—4000, a za  $y$  od 0—7000.



Grafikon 2. — Grafička predstava varijantnih kapaciteta u proizvodnji kombinovanih ormana sa dve promenljive i dva ograničenja. J = prave jednake vrednosti; C = prava funkcije cilja.

Pošto su količinski i vrednosni odnosi između navedenih ormana različiti u pogledu kapaciteta tj.

$$1 \cdot A = 2 \cdot B = 4000 = 80000 \text{ odnosno} \\ 1 \cdot A = 1 \cdot 70000 = 70000$$

to će trebati izabrati takvu kombinaciju proizvodnje ormana A i B u kojoj će se koristiti maksimalni tržišni kapacitet za proizvod B kao rentabilniji, a samo ostatak za proizvod A kao manje rentabilan — ili formulom izraženo:

$$2 \cdot x + y = 10000; \text{ pri } y = 7000 \text{ dobija se:} \\ 2 \cdot x + 7000 = 10000 \text{ odnosno} \\ x = 1500.$$

Ako se ovaj rezultat proveri s jednačinom funkcije cilja dobiće se ovaj rezultat:

$$Z_{\max} = 70000 \cdot x + 40000 \cdot y \\ Z_{\max} = 70000 \cdot 1500 + 40000 \cdot 7000 = 385 \text{ mil.} \\ \text{din.} = \text{optimum.}$$

Isti rezultat dobijen je i grafičkim putem prikazanim na grafikonu broj 2, na kome se optimum nalazi u tački  $P_4(1500;7000)$ .

#### Drugi način

Po prvome načinu jednačine preobrazovanja bile su postavljene pomoću karakteristika krajnjih položaja prave.

<sup>1)</sup> Vujičić L. Linearno programiranje u drvno-industrijskim preduzećima, Drvna industrija, Zagreb, broj 11-12/1962, str. 190.



Grafički izraz preobrazovanja, međutim, omogućava, da se odgovarajuće jednačine izvedu i drugim načinom, pri čemu se polazi od jednačine prave, koja prolazi kroz dve tačke s koordinatama ( $x'$  i  $y'$ ) i ( $x''$  i  $y''$ ) i izražava se sledećom formulom:

$$y - y' = \frac{y'' - y'}{x'' - x'} \cdot (x - x')$$

U datom primeru, na grafikonu 2, u grafičkoj predstavi, prava preobrazovanja prolazi kroz tačke  $P_1(5000; 0)$  i  $P_2(0; 10000)$ . Postavlja se pitanje, kako će glasiti odgovarajuća jednačina preobrazovanja za ove pravu. Tačka  $P_1$  ima koordinate  $x' = 5000$  i  $y' = 0$ . Tačka  $P_2$  ima koordinate  $x'' = 0$  i  $y'' = 10000$ . Ako se ove veličine unesu o napred navedenu formulu dobiće se ovaj rezultat:

$$y - 0 = \frac{10000 - 0}{0 - 5000} \cdot (x - 5000)$$

$$y = -2 \cdot x + 10000$$

$$2 \cdot x + y = 10000.$$

Dakle, dobijena jednačina preobrazovanja po drugom načinu ista je kao i jednačina preobrazovanja dobijena prvim načinom.

Daljnji postupak za iznalaženje rešenja s maksimalnom odnosno optimalnom vrednošću proizvodnje isti je kao i u prvom načinu, pa se na ovome mestu neće ponavljati.

## 2. Algebarski proračun optimalnog kapaciteta u proizvodnji spavaćih soba sa dve promenljive i tri ograničenja

Proizvodni kapaciteti dvaju osnovnih odeljenja u fabrici spavaćih soba nisu u potpunosti usklađeni tako, da za elemente sobe tipa A kapacitet mašinskih odeljenja iznosi 6000 garnitura, a za sobe tipa B 9000 garnitura; kapacitet montažnog odeljenja za sobe tipa A iznosi 7000 garnitura a za sobe tipa B 8000 garnitura.

**Zadatak:** Treba maksimalizirati ukupnu vrednost izlaza spavaćih soba uz cenu od 80000 din/garn. za sobe tipa A, od kojih se na tržištu može plasirati do 5000 garnitura i 70000 din/garn. za sobe tipa B, od kojih se na tržištu može plasirati do 6000 garnitura.

**Analiza:** broj promenljivih = 2, jer postoje dve alternativne mogućnosti proizvodnje, odnosno dva tipa proizvoda;

broj osnovnih ograničavajućih činilaca = 2 i u isti mah dve jednačine preobrazovanja za kapacitete dvaju proizvodnih odeljenja;

broj dopunskih ograničenja = 1 — kapacitet tržišta;

ukupni broj ograničenja = 3.

### Iznalaženje strukturalnih jednačina:

a) Za mašinsko odeljenje:

$$6000 \cdot k'_1 + 0 \cdot k'_2 = K$$

$$0 \cdot k'_1 + 9000 \cdot k'_2 = K.$$

Za proizvodni kapacitet —  $K = 9000$  garn.  
9000

$$k'_1 = \frac{6000}{9000} = 1,5;$$

$$k'_2 = \frac{9000}{9000} = 1$$

dok **prva** strukturalna jednačina sa ovim koeficijentima glasi:

$$1,5 \cdot x + y = 9000.$$

b) Za montažno odeljenje:

$$7000 \cdot k''_1 + 0 \cdot k''_2 = K$$

$$0 \cdot k''_1 + 8000 \cdot k''_2 = K.$$

Za proizvodni kapacitet —  $K = 8000$  garnitura:

$$k''_1 = \frac{8000}{7000} = 1,143;$$

$$k''_2 = \frac{8000}{8000} = 1$$

dok **druga** strukturalna jednačina s ovim koeficijentom glasi:

$$1,143 \cdot x + y = 8000.$$

Ako se ova rešenja uporede s rešenjem dobijenim na grafikonu slike 3<sup>2)</sup> pokazaće se ovi rezultati:

a) Za mašinsko odeljenje

$$1,5 \cdot x + y = 9000,$$

$$\text{pri } x = 0 \quad y = 9000, \text{ a}$$

$$\text{pri } y = 0 \quad x = 6000.$$

Ova rešenja odgovaraju na grafikonu tačkama  $P'_1(6000; 0)$  i  $P'_2(0; 9000)$ .

b) Za montažno odeljenje:

$$1,143 \cdot x + y = 8000,$$

$$\text{pri } x = 0 \quad y = 8000, \text{ a}$$

$$\text{pri } y = 0 \quad x = 7000.$$

Ova rešenja odgovaraju na grafikonu tačkama  $P_1(7000; 0)$  i  $P_2(0; 8000)$ .

### Optimalno rešenje

Iz dobivenih dveju strukturalnih jednačina s dve nepoznate koje glase:

$$\text{I } 1,5 \cdot x + y = 9000$$

$$\text{II } 1,143 \cdot x + y = 8000$$

izračunavaju se optimalne količinske veličine za  $x$  i  $y$ :

$$y = 9000 - 1,5 \cdot x$$

$$y = 8000 - 1,143 \cdot x$$

Razvijanjem ovih formula dobiva se:

$$9000 - 1,5 \cdot x = 8000 - 1,143 \cdot x$$

$$1000 = 0,357 \cdot x$$

$$x = 2800;$$

$$y = 9000 - 1,5 \cdot 2800 = 4800$$

$$y = 4800.$$

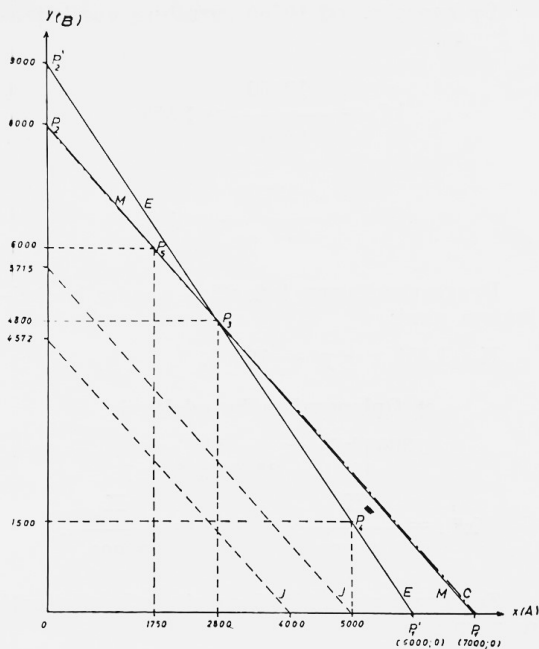
Ovo rešenje odgovara na grafikonu tački  $P_3(2800; 4800)$ .

Da bi se dobilo i optimalno vrednosno rešenje u jednačinu funkcije cilja, koja glasi:

$$Z_{\max} = 80000 \cdot x + 70000 \cdot y$$

<sup>2)</sup> Vujičić, n. d. str. 191.

### ODREĐIVANJE MAKSIMUMA IZ UPOREĐENJA VARIJANATA MOGUĆEG KOLIČINSKOG I VREDNOSNOG OPTIMUMA



Grafikon 3. — Grafička predstava varijantnih kapaciteta u proizvodnji spavaćih soba s dve promenljive i tri ograničenja. M = montaža; E = elementi; J = pravne jednake vrednosti; C = prava funkcije cilja.

uvrštite se vrednosti dobijene prethodnim rešenjem za  $x$  i  $y$ :

$$Z_{\max} = 80000 \cdot 2800 + 70000 \cdot 4800 = 560 \text{ miliona d'nara.}$$

Ovo vrednosno optimalno rešenje jednako je optimalnom rešenju dobijenom i grafičkim putem.

Razmotrićemo i druge tačke, koji bi mogle da karakterišu dozvoljena rešenja ili optimum.

Pretpostavimo, da je u prvoj strukturalnoj jednačini — I promenljiva  $x = 0$ , tada je  $y = 9000$ . Proizvodnja u ovoj tački (na grafikonu tačka  $P_2'$ ) prekoračuje kapacitet montažnog odeljenja za 1000 garnitura.

Ako se pretpostavi, da je u drugoj strukturalnoj jednačini — II promenljiva  $x = 0$ , tada je  $y = 8000$  (na grafikonu tačka  $P_2$ ). No ovolika proizvodnja prebacuje tržišni kapacitet za 2000 garnitura.

Uzme li se, da je u prvoj strukturalnoj jednačini — I promenljiva  $y = 0$ , tada je  $x = 7000$ . Proizvodnja u ovoj tački (na grafikonu tačka  $P_1'$ ) mašinskog odeljenja niža je od proizvodnje montažnog odeljenja za 1000 garnitura.

Pretpostavi li se, da je u drugoj strukturalnoj jednačini — II promenljiva  $y = 0$ , tada je  $x = 5000$ . Ova proizvodnja (na grafikonu  $P_5$ ) prebacuje, opet, kapacitet mašinskog odeljenja za 1000 garnitura i tržišni kapacitet takođe za 1000 garnitura.

Tačka na grafikonu sl. 3	Rešenja koja mogu biti uzeta u obzir	Odgovarajuće vrednosti proizvodnje pri ceni sobe tipa: A = 80000 d'n/garn. B = 70000 din/garn.
$P_4$	$5000 \cdot x + 1500 \cdot y$	$400 + 105 = 505 \text{ mil. din.}$
$P_5$	$1750 \cdot x + 6000 \cdot y$	$140 + 420 = 560 \text{ mil. din.}$
$P_3$	$2800 \cdot x + 4800 \cdot y$	$224 + 336 = 560 \text{ mil. din.}$

Iz upoređenja u ovome pregledu izlazi, da su optimalna količinska i vrednosna rešenja u tačkama  $P_3$  i  $P_5$  s proizvodnjom od 2800 odnosno 1750 garnitura soba tipa A i 4800 odnosno 6000 garnitura soba tipa B u vrednosti od 560 miliona dinara.

Upoređenje varijanata za  $x$  i  $y$  može se vršiti i čisto algebarski na bazi razlike u odnosima između količinskog i vrednosnog kapaciteta proizvodnje za sobe A i B, a uzimajući u obzir minimalne kapacitete za oba proizvodna odeljenja. Tako, prema datom primjeru, minimalni kapacitet za sobe A = 6000 garnitura, a za sobe tipa B = 8000 garnitura, dok su njihovi količinski i vrednosni odnosi sledeći:

$$a) 1.A = \frac{8000}{6000} \cdot B = 1,333 \cdot B = 1,333 \cdot 700 \text{ din.} = 93.310 \text{ din.}$$

$$b) 1.A = 80.000 \text{ din.}$$

Iz ovih odnosa izlazi, da je proizvodnja soba tipa A rentabilnija od proizvodnje tipa B, pa treba — tražeći kombinacije za  $x$  i  $y$  — početi od maksimalnog tržišnog kapaciteta za sobe tipa B i prema njemu — na osnovu druge strukturalne jednačine — odrediti količinu za sobe tipa A:

$$\begin{aligned} 1,143 \cdot x + y &= 8000, \text{ a pri } y = 6000 \text{ za sobe B,} \\ 1,143 \cdot x + 6000 &= 8000, \\ 1,143 \cdot x &= 2000 \\ x &= 1750 \text{ za sobe A.} \end{aligned}$$

Ovo rešenje odgovara na grafikonu tački  $P_5(1750; 6000)$ .

Kako optimumu odgovara rešenje s 2800 soba tipa A i 4800 soba tipa B dobijeno rešavanjem strukturalnih jednačina I i II znači, da se između veličina  $x = 1750$  do  $2800$  i  $y = 4800$  do  $6000$  nalaze kombinacije za  $x$  i  $y$  s istim količinskim i vrednosnim kapacitetom. Ove se kombinacije mogu iznaći pomoću druge strukturalne jednačine — II. Tako, ako se uzme da je  $y = 5000$ , onda će  $x$  biti:

$$\begin{aligned} 1,143 \cdot x + y &= 8000 \\ 1,143 \cdot x + 5000 &= 8000 \\ 1,143 \cdot x &= 3000 \\ x &= 2625. \end{aligned}$$

Maksimalna veličina proizvodnje s nađenim  $x$  i  $y$  iznosi:

$$Z_{\max} = 80000x + 70000y$$

$$Z_{\max} = 80000 \cdot 2625 + 70000 \cdot 5000 = 560 \text{ milijuna dinara.}$$

Ove kombinacije za  $x$  i  $y$  na grafikonu br. 3 izražene su pravom  $P_3 - P^5$  na krivi preobrazovanja  $P^1 - P^4 - P_3 - P_5 - P_2$ .

### 3. Algebarski proračun optimalnog kapaciteta u proizvodnji kuhinja s dve promenljive i četiri ograničenja

Proizvodni kapacitet fabrike omogućava da se istovremeno izrađuju kuhinje tipa A i tipa B uz ograničene kapacitete:

	A	B
mašin. odeljenja	— 16000,	18000 garnitura
montaž. odeljenja	— 14000,	19000 garnitura
oplem. odeljenja	— 13000,	23000 garnitura
tržiš. kapaciteta	— 10000,	11000 garnitura

**Z a d a t a k:** Treba maksimalizirati ukupnu vrednost proizvodnje uz cenu kuhinja tipa A = 50000 din/garn. i tipa B = 40000 din/garn.

**A n a l i z a:** 2 alternativne mogućnosti proizvodnje = 2 promenljive;

3 osnovna ograničenja — kapaciteti pojedinih odeljenja;

1 dopunski ograničavajući činilac — kapacitet tržišta.

**O d r e đ i v a n j e** strukturnih jednačina prema osnovnim ograničenjima:

#### a) Za mašinsko odeljenje:

$$16000.k'_1 + 0.k'_2 = K$$

$$0.k'_1 + 18000.k'_2 = K$$

$$k'_1 = \frac{K}{16000}; \quad k'_2 = \frac{K}{18000}$$

Za kapacitet od 18000 garnitura koeficijenti su jednaki:

$$k'_1 = \frac{18000}{16000} = 1,125; \quad k'_2 = \frac{18000}{18000} = 1.$$

Uzev u obzir ove koeficijente prva strukturna preobrazovna jednačina glasi:

$$I. 1,125.x + y = 18000.$$

#### b) Montažno odeljenje:

$$14000.k''_1 + 0.k''_2 = K$$

$$0.k''_1 + 19000.k''_2 = K$$

$$k''_1 = \frac{K}{14000}; \quad k''_2 = \frac{K}{19000}$$

Uz kapacitet od 19000 garnitura koeficijenti iznose:

$$k''_1 = \frac{19000}{14000} = 1,357;$$

$$k''_2 = \frac{19000}{19000} = 1,0.$$

Druga strukturna jednačina s ovim koeficijentom glasi:

$$II. 1,357.x + y = 19000.$$

#### c) Oplemenjivačko odeljenje:

$$13000.k'''_1 + 0.k'''_2 = K$$

$$0.k'''_1 + 23000.k'''_2 = K$$

$$k'''_1 = \frac{K}{13000}; \quad k'''_2 = \frac{K}{23000}$$

Za kapacitet od 23000 garnitura koeficijenti su ravni:

$$k'''_1 = \frac{23000}{13000} = 1,769;$$

$$k'''_2 = \frac{23000}{23000} = 1,0.$$

Uvršćuju ove koeficijente dobiva se treća strukturna preobrazovna jednačina, koja glasi:

$$III. 1,769.x + y = 23000.$$

#### Određivanje kritičnih tačaka:

a) Iz prve strukturne jednačine dobiva se:

$$\text{pri } x = 0:$$

$$1,125.x + y = 18000$$

$$1,125.x + 0 = 18000$$

$$y = 18000.$$

Ove vrednosti odgovaraju tački  $P_{e2}(0; 18000)$  na grafikonu br. 4.

$$\text{Pri } y = 0$$

$$1,125.x + 0 = 18000;$$

$$x = \frac{18000}{1,125} = 16000.$$

Ove vrednosti odgovaraju — na grafikonu — tački  $P_{e1}(16000; 0)$ .

b) Iz druge strukturne jednačine dobiva se:

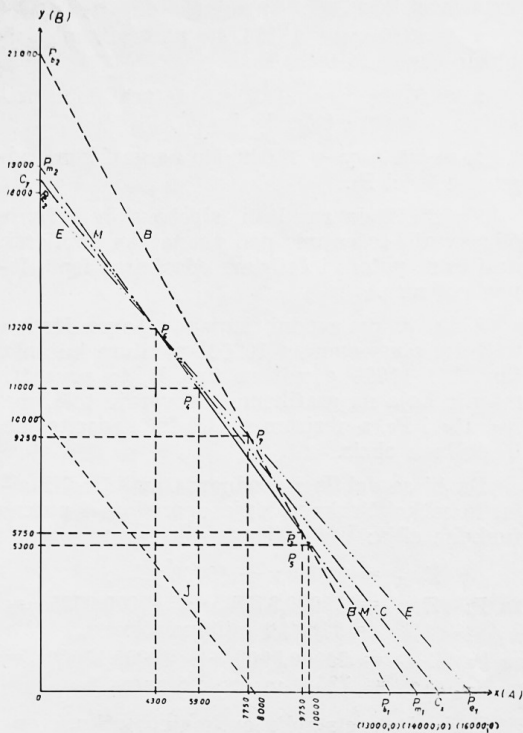
$$\text{pri } x = 0$$

$$1,357.x + y = 19000$$

$$1,357 \cdot 0 + y = 19000$$

$$y = 19000.$$





Grafikon 4. — Grafička predstava varijantnih kapaciteta u proizvodnji kuhinja s dve promenljive i četiri ograničenja. E = elementi; M = montaža; B = bojenje; J = prava jednake vrednosti; C = prava funkcije cilja.

Ove vrednosti — na grafikonu — odgovaraju tački  $P_{m2}(0; 19000)$ .

$$\begin{aligned} \text{Pri } y &= 0 \\ 1,357x + 0 &= 14000. \\ 19.000 \\ x &= \frac{14000}{1,357} = 14000. \end{aligned}$$

Dobijene vrednosti odgovaraju — na grafikonu — tački  $P_{m1}(14000; 0)$ .

c) Iz **treće** strukturne jednačine dobiva se:

$$\begin{aligned} \text{Pri } x &= 0 \\ 1,769x + y &= 23000 \\ 1,769 \cdot 0 + y &= 23000 \\ y &= 23000. \end{aligned}$$

Ove koordinate odgovaraju tački  $P_{b2}(0; 23000)$  na grafikonu 4.

$$\begin{aligned} \text{Pri } y &= 0 \\ 1,769x + y &= 23000 \\ 23000 \\ x &= \frac{23000}{1,769} = 13000. \end{aligned}$$

Dobijene koordinate odgovaraju tački  $P_{b1}(13000; 0)$  na grafikonu.

e) Iz **prve i druge** strukturne jednačine dobiva se:

$$\begin{aligned} \text{I. } 1,125x + y &= 18000; \\ y &= 18000 - 1,125x \\ \text{II. } 1,357x + y &= 19000; \\ y &= 19000 - 1,357x \\ 18000 - 1,125x &= 19000 - 1,357x \\ x(1,357 - 1,125) &= 19000 - 18000 \\ x &= 4310. \\ y &= 18000 - 1,125 \cdot 4310 = 13150. \end{aligned}$$

Ove koordinate približno odgovaraju tački  $P_6(4300; 13200)$  na grafikonu.

f) Iz **prve i treće** strukturne jednačine dobiva se:

$$\begin{aligned} \text{I. } 1,125x + y &= 18000; \\ y &= 18000 - 1,125x \\ \text{III. } 1,769x + y &= 23000; \\ y &= 23000 - 1,769x \\ 18000 - 1,125x &= 23000 - 1,769x \\ x(1,769 - 1,125) &= 23000 - 18000 \\ x &= 7764. \\ y &= 18000 - 1,125 \cdot 7764 = 9266. \end{aligned}$$

Ove vrednosti približno odgovaraju tački  $P_7(7750; 9250)$  na grafikonu.

g) Iz **druge i treće** strukturne jednačine dobiva se:

$$\begin{aligned} \text{II. } 1,357x + y &= 19000; \\ y &= 19000 - 1,357x \\ \text{III. } 1,769x + y &= 23000; \\ y &= 23000 - 1,769x \\ 19000 - 1,357x &= 23000 - 1,769x \\ x(1,769 - 1,357) &= 23000 - 19000 \\ x &= 9709. \\ y &= 19000 - 1,357 \cdot 9709 = 5825. \end{aligned}$$

Ove koordinate približno odgovaraju na grafikonu tački  $P_3(9750; 5750)$ .

Neznatne razlike između rezultata dobijenih algebarskim proračunima i grafičkom predstavom potiču otuda, što je na grafikonu nemoćno precizno očitavati grafičke veličine manjih vrednosti od osnovne razmere. Te razlike su naročito očite kod vrednosti na jako ukošenim preseccima pravih preobrazovanja i funkcije cilja.

### Upoređenje dobijenih algebarskih rešenja s geometrijskom interpretacijom

Ako se međusobno uporede rezultati grafičkog i računskog rešavanja, uočiće se, da se, osim tačaka koje se nalaze na krivoj preobrazovanja na grafikonu (sl. 4)  $P_{b1}$ ,  $P_5$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_6$  i  $P_{e2}$ , a koje predstavljaju dozvoljena količinska rešenja, u računskom proračunu javljaju još i tačke:  $P_{e1}$ ,  $P_{m1}$ ,  $P_{m2}$ ,  $P_{b2}$  i  $P_7$ , pa se postavlja pitanje, koje su od ovih tačaka dozvoljene. Može se odmah naglasiti, da se kako u grafičkom tako i u računskom rešavanju kod tačaka s nultim koordinatama kao dozvoljene uzimaju samo one tačke, koje su s najmanjom veličinom, tj.  $P_{b1}(13000; 0)$  i  $P_{e2}(0; 18000)$ . Sve ostale tačke — s većim veličinama ne predstavljaju

količinski dozvoljena rešenja i kao takve se odbacuju —  $P_{m1}$  (14000; 0);  $P_{e1}$  (16000; 0);  $P_{m2}$  (0; 19000) i  $P_{b2}$  (0; 23000).

Slučaj s tačkom  $P_7$ , međutim, malo je komplikovaniji. Na grafikonu se vidi, da tačka  $P_7$  leži izvan granica ispučenog poliedra. To znači, da koordinate ove tačke ne predstavljaju mogućna rešenja, slično kao i već napred navedene isključene tačke  $P_{m1}$ ,  $P_{e1}$ ,  $P_{m2}$  i  $P_{b2}$ , i to zato, što u pravcu bliže prema početku koordinatnog sistema leži još jedan ograničavajući činilac, a to je — u odnosu na tačku  $P_7$  — kapacitet montažnog odeljenja označenog s pravom preobrazovanja  $P_{m1} - P_{m2}$ .

Slučaj tačke  $P_7$  može se pravilno rešiti na bazi sledećih rasuđivanja. Rešenje tačke  $P_7$  proizlazi iz **prve** i **treće** strukturne jednačine:

$$\begin{aligned} \text{I. } & 1,125x + y = 18000 \\ \text{III. } & 1,769x + y = 23000. \end{aligned}$$

U ovom slučaju od veličine **druge** strukturne jednačine:

$$1,357x + y = 19000$$

zavisi označavaju li one ograničenje proizvodnog kapaciteta ili ne.

Ograničenje proizvodnog kapaciteta postojace u onom slučaju, ako u drugoj jednačini postoji takvo rešenje, koje jednoj promenljivoj daje veličinu nižu nego je ima rešenje tačke  $P_7$ , no uz uslov da druga promenljiva bude veća, nego što je ima tačka  $P_7$ . To znači, da se u geometrijskoj interpretaciji (prikazanoj na sl. 4), pomoću ispučene kombinacije tačaka  $P_{m1}$  i  $P_{m2}$  traži mesto, čija je jedna od koordinata ista kao u tački  $P_7$  i ustanovljava, ima li druga koordinata tražene tačke manju veličinu nego druga koordinata tačke  $P_7$ . Ako se, naprimera, uzme, da je prva koordinata tačke  $P_{7a}$  tj.  $x = 7764$  (vidi pod t. f, gde je  $x = 7764$ , a  $y = 9266$ ), što iznosi 0,555-ti deo od veličine koordinata tačke  $P_{m1}$  (14000; 0), onda druga koordinata  $y$  — treba da bude jednaka 0,445-tom delu od veličine koordinata tačke  $P_{m2}$  (0; 19000), odnosno  $y = 19000 \cdot 0,445 = 8455$ , pa bi tačka  $P_{7a}$  na pravcu preobrazovanja  $P_{m1} - P_{m2}$  trebala da glasi  $P_{7a}$  (7764; 8455). Tačka s ovom veličinom predstavlja jedno od mogućih optimalnih rešenja. Kako, međutim, tačka  $P_7$  ima veličine koordinata (7764; 9266), izlazi, da je ograničenje proizvodnog kapaciteta s pravom preobrazovanja montažnog odeljenja takvo, da rešenje po tački  $P_7$  (7764, 9266) postaje nedozvoljeno. Ono prebacuje kapacitet montažnog odeljenja, pa se kao takvo mora odbaciti, pošto se pri proizvodnji 7764 garnitura kuhinja tipa A može izrađivati ne više od 8455 garnitura kuhinja tipa B.

Posle isključivanja i tačke  $P_7$  za računsku maksimalizaciju preostaju još sledeća količinska alternativna rešenja:

$x = 13000$ ;  $y = 0$ , što na grafikonu odgovara tački  $P_{b1}$ ;

$x = 0$ ;  $y = 18000$ , što na grafikonu odgo-

vara tački  $P_{e2}$ ;

$x = 4310$ ;  $y = 13150$ , što na grafikonu približno odgovara tački  $P_6$ ;

$x = 9709$ ;  $y = 5825$ , što na grafikonu približno odgovara tački  $P_3$  i

$x = 5900$ ;  $y = 11000$ , što na grafikonu odgovara tački  $P_4$ .

To znači, da rezultati algebarskih rešenja odgovaraju rešenjima pod pet tačaka dobijenih grafičkim putem i četirima odsečcima ispučenog poliedra.

Kako je proizvodni kapacitet ograničen i tržišnim plasmanom s 10000 garnitura kuhinja tipa A i 11000 garnitura tipa B, to prva tri rešenja koja na grafikonu odgovaraju tačkama  $P_{b1}$ ,  $P_{e2}$  i  $P_6$ , s obzirom na tržišni kapacitet ne bi došla u obzir.

Da bi se dobila i vrednosna maksimalizacija, to se količinska rešenja upoređuju i putem funkcije cilja:

$$\begin{aligned} Z_{\max} &= 50000x + 40000y \\ \text{za } P_3 \quad Z &= 50000 \cdot 9709 + 40000 \cdot 0825 = \\ &= 718,450 \text{ miliona dinara,} \\ \text{za } P_4 \quad Z_{\max} &= 50000 \cdot 5900 + 40000 \cdot 11000 = \\ &= 735,0 \text{ miliona dinara.} \end{aligned}$$

Tačka  $P_4$  pretstavlja optimalnu tačku, s optimalnom proizvodnjom, kako po količini tako i po vrednosti uzimajući u obzir data ograničenja.

Upoređenje varijanata za  $x$  i  $y$  može se izvršiti i mnogo kraćim i bržim putem čisto algebarskim proračunima na bazi razlike u odnosima između količinskog i vrednosnog kapaciteta za kuhinje A i B, uzimajući pri tome u obzir samo odeljenja s najnižim kapacitetima. Tako, naprimera, u ovom primeru je najniži količinski kapacitet za kuhinje A = 13000 garnitura, a tržišni 10000 garnitura, dok je za kuhinje B najniži količinski kapacitet 18000 garnitura i tržišni 11000 garnitura.

Količinski i vrednosni odnosi ovih kapaciteta su sledeći:

$$\begin{aligned} \text{a) } 1.A &= \frac{18000}{13000} \cdot B = 1,385 \cdot B = \\ &= 1,385 \cdot 40000 = 55400 \text{ din.} \\ \text{b) } 1.A &= 50000 \text{ din.} \end{aligned}$$

Iz ovih odnosa izlazi da je proizvodnja kuhinja B rentabilnija. Kod određivanja maksimalnog vrednosnog kapaciteta za fabriku treba poći od maksimalnog tržišnog kapaciteta za sobe B, tj.  $y = 11000$  i prema njemu odrediti — pomoću druge strukturne jednačine — visinu proizvodnje za sobe A, odnosno treba odrediti veličinu promenljive  $x$ . Druga strukturna jednačina se uzima zbog toga, što je kapacitet montažnog odeljenja granični za kuhinje A = 14000 garn., dok je kapacitet oplemenjivačkog odeljenja za kuhinje B vrlo visok —

23000 garn. Uzimajući sve navedeno u obzir dobiva se:

$1,357 \cdot x + y = 19000$ , a pri  $y = 11000$  za kuhinje B,

$$1,357 \cdot x + 11000 = 19000$$

$$x = \frac{8000}{1,357} = 5895 \text{ za sobe A.}$$

Vrednosti za  $x$  i  $y$  dobijene računskim putem približno odgovaraju vrednostima tačke  $P_4(5900; 11000)$  dobijenoj grafičkim putem. Razlika potiče usled nemogućnosti da se tačno očitavaju sitne vrednosti na grafikonu s malom razmerom.

Prema navedenom, optimalni i vrednosni kapacitet za proizvodnju dobijenu algebarskim proračunom iznosi:

$$Z_{\max} = 50000 \cdot 5895 + 40000 \cdot 11000 = 734,75 \cong 735 \text{ mil. din.}$$

Jednačina prave — u grafičkoj predstavi — može se koristiti i za algebarsko izražavanje prave preobrazovanja i u slučajevima kada nam nije poznat karakter zavisnosti između koordinatnih osa, tj. može se koristiti i za algebarsko izražavanje prave preobrazovanja između tačaka s nenultnim koordinatama ili između tačaka s jednom nultnom koordinatom. Tako, naprimer, između tačaka  $P_3(9750; 5750)$  i  $P_4(5900; 11000)$ , prikazanih na grafikonu 4, jednačina prave preobrazovanja dobiva se iz ovih izraza:

$$y - y' = \frac{y'' - y'}{x'' - x'} \cdot (x - x')$$

$$y - 5750 = \frac{11000 - 5750}{5900 - 9750} \cdot (x - 9750)$$

Rešenjem ove formule dobiva se jednačina funkcije preobrazovanja:

$$1,364 \cdot x + y = 19049$$

Ova jednačina funkcije preobrazovanja približno je jednaka drugoj strukturnoj jednačini za montažno odeljenje dobijenoj prostim načinom algebarskog rešavanja, koja glasi:

$$1,357 \cdot x + y = 19000.$$

Razlika između prve i druge jednačine nastala je usled nemogućnosti da se tačno očitavaju sitnije veličine na grafikonu, koje su manje od osnovne grafičke razmere.

#### 4. Algebarski proračun optimalnog kapaciteta u proizvodnji kancelarijskog nameštaja s dve promenljive i osam ograničenja

Fabrika istovremeno izrađuje furnirane kancelarijske stolove tipa A i furnirane vitrine za knjige i akta tipa B uz ograničene kapacitete:

	A	B
	komada	
1) krojnog odeljenja za rezanu građu i ploče	13000	ili 17000
2) krojnog odeljenja za furnir	12000	ili 18000
3) mašinskog odeljenja za rendisanje	10000	ili 21000
4) odeljenja za lepljenje i furniranje	11000	ili 19000
5) odeljenja za oblikovanje i čišćenje	14000	ili 20000
6) montažnog odeljenja	15000	ili 16000
7) odeljenja za površinsku obradu	17000	ili 15000
8) kapaciteta tržišta	13000	ili 9000

**Z a d a t a k :** Treba maksimalizirati ukupnu vrednost proizvodnje uz cenu stolova A 40000 din/kom. i vitrina B 35000 din/kom.

**A n a l i z a :** 2 alternativne mogućnosti proizvodnje = 2 promenljive;

7 osnovnih ograničavajućih činilaca = kapaciteti pojedinih odeljenja;

1 dopunski ograničavajući činilac = kapacitet tržišta.

Određivanje strukturnih jednačina prema osnovnim ograničenjima: S algebarske tačke gledišta novo u ovome principu u odnosu na prethodni je samo u tome, što je obim algebarskog rešavanja dosta dugačak. Potrebno je naime da se istraže sve kritične tačke, čije koordinate odgovaraju osnovama para jednačina u svima kombinacijama, da bi moglo da se sazna, ne predstavljaju li preostale jednačine daljnja ograničenja. Tek posle ovoga, i pošto se ovim putem isključuje sva nedozvoljena rešenja, može se odrediti optimalno rešenje.

Ovakva postupnost u rešavanju, s obzirom na veliki broj jednačina, najzgodnije je ako se vrši uz primenu elektronskih računskih mašina. jer mašinsko-računsko istraživanje svih kritičnih tačaka ne izaziva nikakvih teškoća ni s tačke gledišta radoobimnosti, ni s tačke gledišta utroška vremena, odnosno brzine izračunavanja.

Računanje bez elektronskih mašina je i radoobimno i sporo, pa ga mi, zbog ograničenog prostora, a s obzirom da je slično kao u prethodnom primeru, nećemo na ovome mestu vršiti.

Proračuni s tri ili više promenljivih odnosno za tri ili više proizvoda slični su kao i s dve promenljive, samo što se proračuni moraju vršiti s tri ili više jednačina. To znači da su ovakvi proračuni još radoobimniji i sporiji od proračuna sa dve promenljive.

Međutim, u praksi su i te kako korisna i ova obimna i spora proračunavanja, jer za utrošak vremena i rada za pojedine proračune jed-



noga ili dvojice stručnjaka od tri do deset dana, mogu da donesu preduzeću — putem iznalaženja optimalnih rezultata — milionske vrednosti u povećanju dobiti, odnosno u sniženju troškova proizvodnje.

Svi napred navedeni proračuni na prvi pogled mogu da izgledaju komplikovaniji i nedovoljno razumljivi. Ali, ako se u njih udubi s interesovanjem i razumevanjem, oni postaju i laki i razumljivi, pa prema tome i za praksu primenljivi, no uz uslov, da im se u preduzeću — zavisno od njegove veličine — posveti jedan, dva ili tri visokokvalifikovana stručnjaka odgovarajuće struke.

Na kraju treba naglasiti, da algebarski metod proračuna treba primenjivati samo u onim slučajevima, kada su u pitanju tri ili više promenljivih, odnosno tri ili više proizvoda, jer

je za ove proračune skoro nemoguća primena grafičkog metoda, dok je za dve promenljive i brži i lakši grafički metod linearnog programiranja.

#### LITERATURA:

- 1) Akademija nauk SSSR. LINEARNOE PROGRAMMIROVANIE, Moskva, 1961
- 2) GABR JAROSLAV: LINEARNOE PROGRAMMIROVANIE, Moskva, 1960, (prevod sa češkog jezika);
- 3) GERČUK JAKOV: PROBLEMI OPTIMALNOG PLANIROVANJA, Moskva, 1961;
- 4) REINFELD N. i FOGEL U.: MATEMATIČESKOE PROGRAMIROVANIE, Moskva, 1960. (prevod sa engleskog);
- 5) VUJIČIĆ dr inž. LAZAR: LINEARNO PROGRAMIRANJE U DRVNO-INDUSTRIJSKIM PREDUZECIMA, Drvena industrija, Zagreb, broj 11—12/62. (str. 186—195).

### ALGEBRAISCHES VERFAHREN DER LINEAREN PROGRAMMIERUNG IN HOLZINDUSTRIE-BETRIEBEN

— Der Verfasser bearbeitet in diesem Artikel — bezugnehmend auf seine frühere Veröffentlichung aus diesem Gebiete »Lineare Programmierung in Holzindustrie-Betrieben« (in der Nummer 11—12.) ex 1962, S. 186—195 dieser Zeitschrift veröffentlicht) — theoretische Grundlagen der algebraischen Methode der linearen Programmierung.

Um dieser Verfahren verständlicher zu machen, vergleicht der Verfasser die Endergebnisse, die aus dem algebraischen und graphischen Verfahren resultieren. Dabei benutzt er dieselbe Folge der Auslegung und dieselben praktischen Beispiele.

Im Abschluss empfiehlt der Verfasser die praktische Anwendung des algebraischen Verfahren der linearen Programmierung bei der Lösung wirtschaftlichen, organisatorischen und Projektierungs-Problemen in den Holzindustrie-Betrieben, wenn drei oder mehrere Veränderliche, bzw. drei oder mehrere Artikel mit unendlicher Zahl der Begrenzungsfaktoren in Frage stehen, d. h. bei der Lösung jener Probleme, wo das graphische Verfahren der linearen Programmierung praktisch nicht anwendbar ist.

#### ISPRAVKE:

U radu »Linearno programiranje u drvno-industrijskim preduzećima« od Dr-a Lazara Vujičića, objavljeno u »Drvnoj industriji« broj 11—12/1962 na str. 186—195, potkrale su se sledeće štamparske greške:

Strana 189, stupac II, red 17-ozdo — Stoji  $P_0(4500; 3000)$  — Treba  $P_0(4000; 3000)$

Strana 189, stupac II, red 14-ozdo — Stoji su — Treba bi;

Strana 191, stupac II, red 13-ozdo — Stoji  $P_1 - P_4$  — Treba  $P_1' - P_4'$ ;

Strana 191, stupac II, red 11-ozdo — Stoji 6000 — Treba 5000;

Strana 191, stupac II, red 11-ozdo — Stoji B. — Treba A.

Strana 191, stupac II, između 10 i 11-ozdo — Ispušten je ceo pasus: — Isto tako i varijacije na delu linije preobrazovanja  $P_2 - P_3$  nisu celishodne, jer se na tržištu ne može plasirati više od 6000 garnitura soba tipa B.

Strana 193, stupac II, između 1 i 2-ozdo — Ispušten je ceo red: — proporcionalnosti vrednosnih koeficijenata za —

## KOMPARATIVNO ISPITIVANJE ČETIRI UGLOVNA SPOJA IVERICA NA BAZI KUDELJNOG POZDERA

Danas se u našoj zemlji proizvodi cca 120.000 m<sup>3</sup> ploča iverica, od toga 80.000 m<sup>3</sup> na bazi drveta i 40.000 m<sup>3</sup> na bazi lanenog i konopljeg pozdera. Dobra svojstva i pristupačna cijena znatno su utjecale na proširenje primjene iverica kao zamjene panel-ploča u proizvodnji namještaja. S druge strane povećanom primjenom iverica u proizvodnji namještaja osjeća se njihov utjecaj i na same oblike namještaja, kao i na konstrukcijska rješenja. Danas u modernom namještaju sve više prevladavaju velike ravne plohe, a to je baš ono što mirnoćom svojih površina omogućuju iverice.

Međutim, i pored ovog napredka još uvijek se osjeća otpor smjelijoj upotrebi ovih ploča u proizvodnji namještaja. Kao razlozi spominju se pitanja čvrstoće spojeva, površinska obrada pri postizavanju visokog sjaja, sposobnost držanja vijaka i čavala, te debljinsko bubrenje u poređenju sa svojstvima panel-ploča, koja su se do nedavno isključivo upotrebljavale u proizvodnji namještaja.

Svrha ovog rada je da prikaže neka svojstva ploča iverica na bazi kudelnog pozdera, a s time u vezi i čvrstoću spojeva u odnosu na spojeve panel-ploča.

Na čvrstoću jednog spoja izrađenog iz iverice djeluje više faktora: čvrstoća na savijanje, čvrstoća raslojavanja, čvrstoća na vlak, volumna težina, oblik iverja, količina ljepila, vlaga ploče pri izradi i ugrađivanju spoja, način furniranja i strojevi na kojima se izrađuje.

Svi ovi faktori teško bi se mogli paralelno pratiti. S druge strane neki od njih su u međusobnoj ovisnosti. Na pr. čvrstoća na vlak kod ploča iverica je cca 60% od čvrstoće na savijanje, a čvrstoća na savijanje je ovisna o volumnoj težini, količini ljepila i obliku iverja. Radi jasnoće u ovom ispitivanju su obuhvaćena samo dva svojstva, tj. čvrstoća na savijanje i čvrstoća raslojavanja da bi poslužili kao komparativni pokazatelji kvalitete spoja.

### ZADATAK ISPITIVANJA

Komparativno istražiti čvrstoću 4 vrste uglovnih spojeva izrađenih iz nefurniranih ploča iverica na bazi kudelnog pozdera, furniranih iverica na bazi kudelnog pozdera i panel-ploča. Radi boljeg pregleda zadatak je bio podijeljen:

I) Ispitivanje utjecaja volumne težine i količine ljepila na čvrstoću savijanja i čvrstoću raslojavanja iverica iz kudelnog pozdera. Određivanje optimalnog odnosa volumne težine i količine ljepila za izradu opitnih ploča iz kojih će se izraditi uglovni spojevi radi poređenja sa spojevima iz panel-ploča u pogledu čvrstoće pri istoj vrsti opterećenja.

II) Izrada i ispitivanje četiri vrste uglovnih spojeva, izrađenih iz nefurniranih i furniranih ploča iverica na bazi kudelnog pozdera i panel-ploča.

### I. ISPITIVANJE UTJECAJA VOLUMNE TEŽINE I KOLIČINE LJEPILO NA ČVRSTOĆU NA SAVIJANJE I RASLOJAVANJE PLOČA IVERICA NA BAZI KUDELJNOG POZDERA, TE IZBOR NAJPOVOLJNIJEG ODNOSA

#### 1) Sirovine i način izrade opitnih ploča

U proizvodnji iverica oblik iverja ima važnu ulogu i utječe na mnoga svojstva ploče. U proizvodnji iverica od drveta može se izborom strojeva za iverje i njihovim podešavanjem dobiti iverje čiji će oblik u mnogom odgovarati zahtjevima proizvodnje. To nije slučaj kod kudelnog pozdera. Ovdje smo u izradi

iverja ograničeni na forme pozdera, koje se dobiju na lomlicama, gdje se izlomljena stabljika (pozder) odvaja od vlakna koje je u toj preradi prvostepeni produkt. Ovakvo dobiveni pozder na lomlicama ima neravne plohe i slijedeće dimenzije:

	(sred. vrijednost)		
dužina	4,3	(20,0)	40,6 mm
širina	0,6	( 2,7)	4,5 mm
debljina	0,2	( 2,7)	3,2 mm

Radi ujednačenosti oblika iverja pri izradi opitnih ploča, kudelnji pozder je usitnjen na mlinu čekićaru tipa »Alpina« s otvorima sita 3 × 15. Na ovaj način dobiveno je usitnjeno iverje slijedećih dimenzija:

Procentualno učešće %	Duljina			Debljina			Širina		
	donja gran.	donja gran.	donja gran.	sred. vrij.	sred. vrij.	sred. vrij.	gor. granica	gor. granica	gor. granica
51	7,0	9,0	14,0	0,2	0,8	1,8	1,0	1,5	3,5
22	6,0	7,0	9,0	0,2	0,8	1,8	0,8	1,0	2,5
18	4,0	5,0	6,0	0,2	0,8	1,8	0,8	1,0	2,5
9	2,0	3,5	4,0	0,2	0,7	1,5	0,8	1,0	2,5

Kao vezno sredstvo upotreblijeno je 55% urea-formaldehidno ljepilo uz dodatak 4% katalizatora. Ljepilo je nanešeno na iverje u diskontinuiranom mješaju DNL-800 »Belišće«.

Sve opitne ploče prešane su kao jednoslojne ploče u 6-etažnoj hidrauličnoj preši »Belišće« s konačnim dimenzijama poslije obrezivanja i brušenja 120 × 240 cm i 20 mm debljine. Vrijeme prešanja iznosilo je 25 min. kod temperature 140°C i pritiska 20 kg/cm<sup>2</sup>. Konačna vlaga opitnih ploča poslije klimatiziranja iznosila je 6,2...6,8...7,4%.

2) Utjecaj volumne težine na čvrstoću na savijanje i čvrstoću raslojavanja.

U proizvodnji iverica iz drva srednje teške iverice, podesne za proizvodnju namještaja, imaju volumnu težinu 560—620 g/cm<sup>3</sup>. Ukoliko se proizvode iz mekih vrsta drva, volumna težina im je nešto veća od volumne težine izvorne sirovine.

Da bi se ustanovila volumna težina iverica na bazi kudelnog pozdera podesna za proizvodnju namještaja, te koliko je ona u tom slučaju viša od volumne težine izvorne sirovine-pozdera, izvršeno je njeno mjerenje.

Volumna težina pozdera iz koga su rađene opitne ploče ustanovljena je na volumnomtru tipa A. J. Amster & Co. Ustanovljena je slijedeća volumna težina:

Volumna težina u prosušenom stanju kod 9,8% vlage 278...308...360 g/cm<sup>3</sup>.

Volumna težina u apsolutno suhom stanju 262...279...298 g/cm<sup>3</sup>.

Na osnovu proračunate volumne težine pozdera, koja je dosta niska, te podataka o volumnoj težini iverica iz mekog drva za stolarske ploče, uzeta kao početna volumna težina opitnih iverica iz pozdera 400 g/cm<sup>3</sup>.

Za ispitivanje su bile izrađene po dvije probne ploče s volumnim težinama 400, 500 i 600 g/cm<sup>3</sup>. U svim probnim pločama dodato je 8% ljepila računato na apsolutno suhi pozder.

Dijagram 1

Čvrstoća na savijanje u ovisnosti od volumne težine

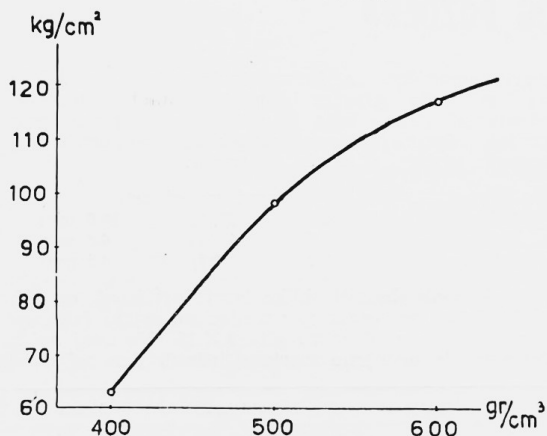


Tabela 1

Čvrstoća na savijanje u ovisnosti od volumne težine

Vol. težina kg/m³	Broj probe	kg/cm²		
		Donja granica	Aritm. sredina	Gornja granica
400	20	46,2	60,3	80,5
500	20	80,6	99,6	120,9
600	20	97,4	117,5	159,0

Dijagram 1 i tabela 1 prikazuju tok krivulje i dobivene vrijednosti za čvrstoću na savijanje u ovisnosti od volumne težine. Iz njih se može zaključiti, da se volumna težina ploča iverica na bazi kudelnog pozdera treba kretati od 500—600 g/cm³, jer se u tom području dobivaju vrijednosti koje se preporučuju za iverice u proizvodnji namještaja.

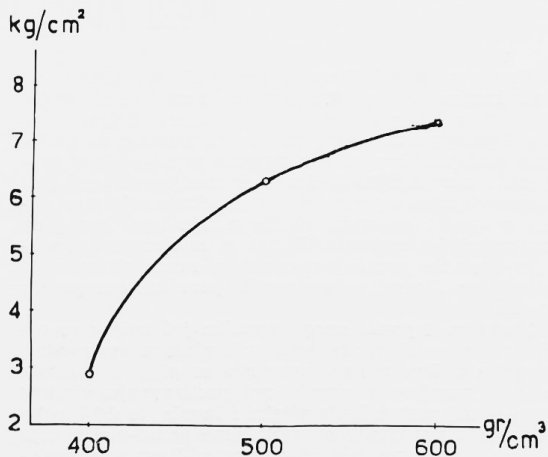
Tabela 2

Čvrstoća na raslojavanje u ovisnosti od volumne težine

Vol. težina kg/m³	Broj probe	kg/cm²		
		Donja granica	Aritm. sredina	Gornja granica
400	20	2,1	2,9	4,2
500	20	4,9	6,3	7,2
600	20	6,9	7,4	9,5

Dijagram 2

Čvrstoća na raslojavanje u ovisnosti od volumne težine



Na dijagramu 2 i tabeli 2 prikazan je tok krivulje i vrijednosti dobivene za čvrstoću na raslojavanje u zavisnosti od volumne težine. Iz dobivenih rezultata vidi se, da tek kod volumne težine 500 g/cm³ pa na više dobivamo povoljne rezultate čvrstoće raslojavanja.

2) Utjecaj količine ljepila na čvrstoću na savijanje i čvrstoću raslojavanja.

Za ovo ispitivanje bile su izrađene po dvije probne ploče s 40; 60; 80 i 10,6% ljepila. Volumna težina probnih ploča u svim slučajevima bila je 500 g/cm³.

Na dijagramu 3 i tabeli 3 prikazan je tok krivulje i dobivene vrijednosti čvrstoće na savijanje u zavisnosti od različitog sadržaja ljepila. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti, da kod 8—10% dodanog ljepila ploče odgovaraju zahtjevima za proizvodnju namještaja.

Na dijagramu 4 i tabeli 4 prikazan je tok krivulje i dobivene vrijednosti čvrstoće na raslojavanje. Ovdje se još uočljivije primjećuje utjecaj količine ljepila na čvrstoću raslojavanja. Iz toka krivulje može se pre-

Tabela 3

Čvrstoća na raslojavanje u ovisnosti od količine ljepila

Količina ljepila %	Broj probe	kg/cm²		
		Donja granica	Aritm. sredina	Gornja granica
4	20	2,1	3,3	4,2
6	20	3,9	4,6	6,1
8	20	5,7	6,2	6,8
10	20	6,2	6,9	7,5



Dijagram 3

Čvrstoća na savijanje u ovisnosti od količine ljepila

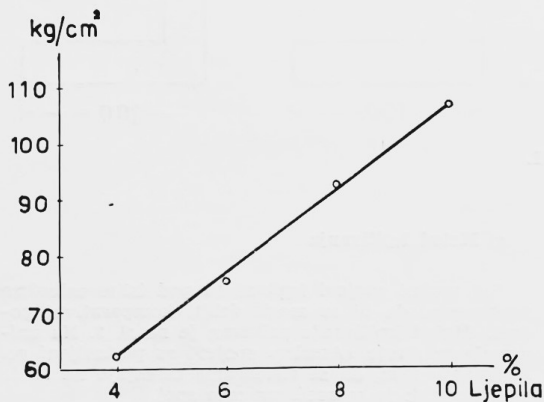


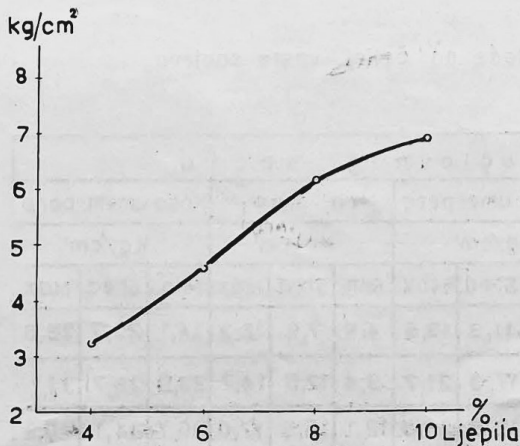
Tabela 4

Čvrstoća na savijanje u ovisnosti od količine ljepila

Količina ljepila %	Broj probe	kg/cm <sup>2</sup>		
		Donja granica	Aritm. sredina	Gornja granica
4	20	52,8	60,2	80,5
6	20	64,6	75,1	93,6
8	20	80,6	92,6	120,9
10	20	89,3	105,4	148,0

Dijagram 4

Čvrstoća na raslojavanje u ovisnosti od količine ljepila



postaviti, da bi čvrstoća na raslojavanje povećanjem procenta dodanog ljepila rasla do tačke u kojoj bi čvrstoća lijepljenih spojeva među pozderom bila veća od čvrstoće samog pozdera na poprečno kidanje. Kod dodavanja 8–10% ljepila, ploče odgovaraju zahtjevima za proizvodnju namještaja.

### Zaključak

Iz naprijed iznesenih podataka može se zaključiti, da su volumna težina i količina veznog sredstva odlučni faktori u proizvodnji iverica na bazi kudelnog pozdera, jer se oblik i veličina iverja ne može dovoljno široko podešavati.

U pogledu volumne težine iverica iz kudelnog pozdera, iste trebaju imati znatno veću volumnu težinu od izvorne sirovine. Volumna težina pozdera u prosušnom stanju iznosi 308 kg/m<sup>3</sup>, dok ploče daju zadovoljavajuće rezultate tek u intervalu 500–600 kg/m<sup>3</sup>. Ustanovljivanje gornje granice, do koje se smije ići sa volumnom težinom iverica na bazi pozdera nije bio zadatak ovog ispitivanja.

Kvalitetne i dobre iverice iz pozdera za potrebe proizvodnje namještaja treba raditi s 8–10% ljepila i volumnom težinom 500–600 kg/m<sup>3</sup>.

## II) IZRADA I ISPITIVANJE UGLOVNIH SPOJEVA

### a) Sirovina

Na osnovu dobivenih rezultata u prvom dijelu ovog ispitivanja izradene su dvije ploče iverice na bazi kudelnog pozdera slijedećih svojstava:

Volumna težina	550 g/cm <sup>3</sup>
Čvrstoća na savijanje	107,0 kg/cm <sup>2</sup>
Čvrstoća na raslojavanje	7,1 kg/cm <sup>2</sup>
Vlaga	8 %
Debljina	20 mm
Format	120 × 240 cm
Sadržaj ljepila	8 %

Iz ovih ploča izradeni su nefurnirani i furnirani uglovni spojevi. Za izradu furniranih spojeva upotrebljen je bukov furnir 0,8 mm debljine.

Za izradu uglovnih spojeva iz nefurnirane panel-ploče upotrebljena je ploča slijedećih svojstava:

Volumna težina	499 g/cm <sup>3</sup>
Vlaga	7,6 %
Debljina	20 mm
Format	120 × 240 cm
Srednjica	smreka
Slijepi furnir bukov debljine	2,5 mm

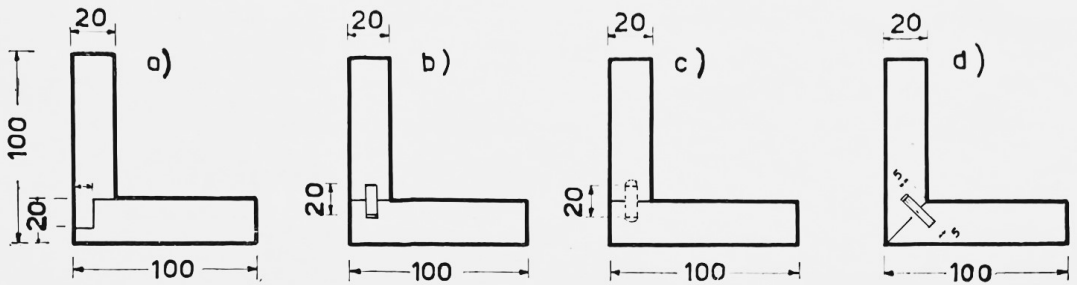
### b) Izrada spojeva

Prije izrade spojeva sve opitne ploče su obrezane u širini 15 cm. Zatim su iz njih izrezane trake 10 cm široke. Po cijeloj dužini iz dvije trake napravljen je jedan uglovni spoj, a zatim prerezan na širine od 5 cm. Na sl. 1 prikazane su dimenzije i tipovi probnih uglovnih spojeva, i to:

- uglovni poluutor,
- uglovni spoj na ravno umetnuto pero,
- uglovni spoj na okrugli čep,
- uglovni spoj na koso umetnuto pero.

Prema tome svaki probni spoj imao je dimenzije:

Dužine stranica spoja	10 cm
Širina spoja	5 cm
Debljine:	
Iz nefurnirane iverice	20,0 mm
Iz furnirane iverice	21,6 mm
Iz nefurnirane panel-ploče	20,0 mm



Slika 1.

Svi uglovni spojevi izrađeni su na istim strojevima, a sljepljeni glutinskim ljepilom.

Pri izradi uglovnih spojeva na okrugli čep vodilo se računa da čep bude postavljen u sredinu spoja. Čepovi su rađeni iz bukovine promjera 8 mm.

Za izradu pera upotrebljena je šper-ploča iz bukovine debljine 5 mm.

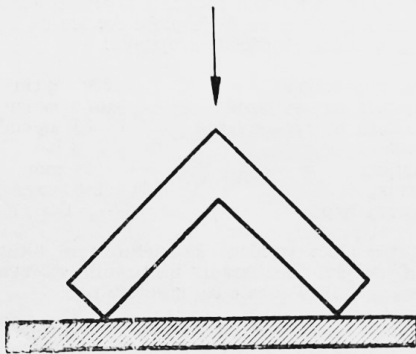
### c) Metod ispitivanja

Svi probni spojevi ispitani su pod istim uslovima napreznja, da bi se mogli dobiti komparativni podaci. Metod ispitivanja prikazan je na sl. 2. Na univerzalnom stroju »Amsler« spojevi su postavljeni pri ispitivanju tako, da se stranicama oslanjaju na tvrdo uporište, dok je opterećivan sam spoj.

Pri izboru ove metode nastojalo se primijeniti jedno od napreznja, kojem su spojevi u namještaju izloženi pri upotrebi ili transportu.

Otpor spojeva koji se pojavljuje pri ovakvom opterećenju kombinacija je čvrstoća optne ploče na savijanje, na vlak i na raslojavanje.

Kako površina sljepljivanja pojedinih uglovnih spojeva nije jednaka, a teško bi je bilo izračunati u odnosu na sile koje pri ispitivanju direktno na njih djeluju, dobiveni rezultati nisu preračunati na jedinicu površine sljepljivanja u spoju. Radi jednostavnosti prikazivanja čvrstoće spojeva podaci o sili kod koje je došlo do loma preračunati su na dužni centimetar uglovnog dijela spoja. Na ovaj način dobivene su samo komparativne veličine, koje treba da prikažu razliku u čvrstoći nefurniranih i furniranih ploča iverica na bazi kudeljnog pozdera u odnosu na nefurnirane panel-ploče, tj. čvrstoću uglovnih spojeva izrađenih iz njih i ispitanih pod istim uslovima.

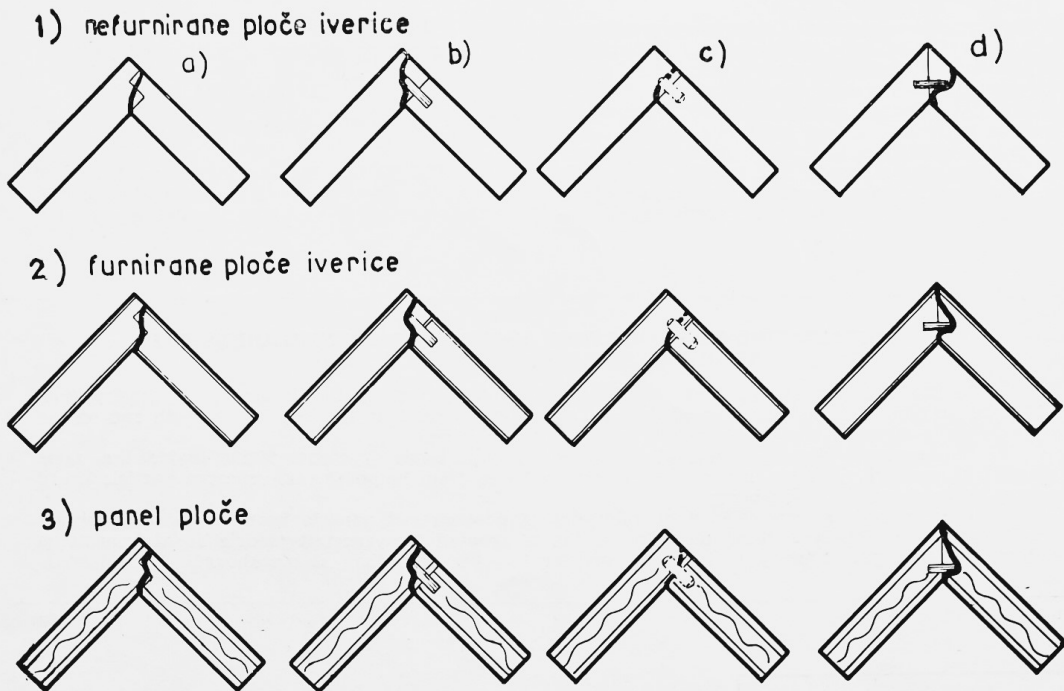


Slika 2.

Tabela 5

Podaci komparativnog ispitivanja čvrstoće na četiri vrste spojeva

Materijal za izradu spoja	Broj uzoraka	Vrsta uglovnog spoja											
		Poluutor			Ravno umet.pero			Na čep			Koso umetn. pero		
		kg/cm'			kg/cm'			kg/cm'			kg/cm'		
		Min.	Sred.	Max.	Min.	Sred.	Max.	Min.	Sred.	Max.	Min.	Sred.	Max.
Nefurnirana iverica	20	2,6	7,6	13,3	7,4	11,3	13,6	4,9	7,9	12,3	14,1	20,7	26,8
Furnirana iverica sa 08 mm deb.fur.	20	6,3	12,9	23,2	12,9	17,3	21,7	9,4	12,6	14,7	23,9	28,7	34,1
e Panel ploča	20	12,6	14,7	18,1	11,5	19,6	26,6	13,1	15,5	17,0	30,7	34,1	40,8



Slika 3.  
Prikaz karakteristične linije loma u momentu kidanja  
ispitivanih uglovnih spojeva

#### a) Uglovni poluutor

Linija loma karakteristična je za sva tri spoja. U momentu kidanja stranice spoja odvajale su se skoro neoštećene. Minimalno kidanje iverja odnosno vlaknaca kod panel-ploča zapaženo je na sučeljima. Kod furniranih ploča iverica i panel-ploča u donjem sučelju linija loma ide po furniranom dijelu. Samo na nekim uzorcima došlo je do djelomičnog kidanja tog furnira.

Ovaj spoj pokazao je najslabije rezultate.

Spoj iz nefurniranih iverica je cca 49% slabiji od spoja panel-ploče, a spoj iz furnirane iverice samo 13%.

#### b) Uglovni spoj s ravno umetnutim perom

Linija loma karakteristična je za sva tri spoja. Do skidanja spoja dolazilo je na strani koja stoji okomito na umetnuto pero iz šper-ploče. Vanjski furnir umetnutog pera djelomično se kidao i ostajao na pokidanoj strani spoja.

U odnosu na spoj s poluutorom dobivene su za cca 30—40% veće vrijednosti.

Spoj iz nefurniranih iverica je cca 44% slabiji od spoja iz panel-ploče, a spoj iz furnirane iverice samo 12%.

#### c) Uglovni spoj na čep

Linija loma je karakteristična za sva 3 spoja. Strana spoja okomita na čep obično se odvajala skoro neoštećena, osim na dijelu čepa gdje je kod ploča iverica i furniranih i nefurniranih došlo do kidanja rupe. Kod spoja iz panel-ploče rupa je bila samo djelomično oštećena.

U odnosu na spoj s poluutorom dobiveni su približno isti rezultati.

Spoj iz nefurniranih iverica je cca 49% slabiji od spoja panel-ploča, a furniranih samo cca 19%.

#### d) Uglovni spoj na koso umetnuto pero

Linija loma kod svih spojeva išla je u donjem dijelu površnom lijepljenja, zatim jednim dijelom po umetnutom peru iz šper-ploče, gdje je dolazilo do kidanja vanjskih furnira. U daljnjem toku kod nefurniranih spojeva iz iverica linija loma išla je najkraćim putem prema površini ploče, tj. na onoj stranici, koja je greškom izrade imala veći žlijeb za umetanje pera. Kod spojeva iz furniranih iverica i panel-ploča linija loma poslije djelomičnog kidanja furnira na peru i kidanja jednog dijela ploče vraćala se na površinu sljepljivanja spoja.

U odnosu na spoj s poluutorom dobivene su vrijednosti cca 2,5 puta veće.

Spoj iz nefurnirane iverice je cca 40% slabiji od spoja iz panel ploče, a furnirane cca 17%.

### ZAKLJUČAK

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti:

1. Uglovni spojevi iz nefurniranih iverica na bazi kudeljnog pozdera slabiji su u odnosu na spojeve iz panel-ploča za cca 40—50%.

2. Uglovni spojevi iz furniranih iverica na bazi kudeljnog pozdera neznatno su slabiji od spojeva iz panel-ploča tj. 12—19%.



3. Deformacije u momentu kidanja spojeva imaju približno istu liniju loma. Kod spojeva iz furnirane iverice na bazi kudelnog pozdera u odnosu na spojeve iz panel-ploče, ona ima skoro isti tok.

Ovi podaci vode nas općem zaključku, da se ugloveni spojevi iz iverica na bazi kudelnog pozdera mogu izradivati na isti način kao i kod panel-ploča. U pogledu manipulacije i obrade ovih iverica potrebna je veća pažnja pri strojnoj obradi i sastavljanju spojeva. Međutim kada je spoj već ugrađen u odgovarajući pro-

izvod, onda u pogledu njegove čvrstoće nema bitnih razlika u odnosu na spoj iz panel-ploče.

#### LITERATURA:

- 1) Dr J. KR PAN: Industrija furnira i ploča, Zagreb 1961.
- 2) F. STEMSRUD: Eine orientierende Untersuchung wie die norwegische Birke sich als Rohstoff für Holzspanplatten zur Möbelherstellung eignet.

### COMPARATIVE INVESTIGATION ABOUT FOUR CORNER-JOINTS WITH HEMP SHIVES BASED PARTICLE BOARD

In the first part the field of investigation was the effect of the influence of density (400, 500 : 600 kg/cm<sup>3</sup>) and the quantity of the urea-formaldehyd resin on the bending strength and on the cross-tensile strength of particle board from the hemp shives.

In the second part the investigation was about four kinds of corner-joints under the same condition, worked out from non-veneered particle board from hemp shives, veneered particle board from hemp shives and blockboard.

Results give a conclusion that the joint of nonveneered particle board from hemp shives is lower about 40—50% than the joint of the blockboard. By veneered particle board from hemp shives the strength of the joint is lower only for 12—19% than than at blockboard

#### Novi pronalasci

### ISTINA O STAPAJU OD 700 MM

Poznati švedski stručnjak za pitanja pilanske prerade drva, I. Wiklund, izvršio je u jednoj finskoj pilani analizu piljenja da se uvjeri o veličinama pomaka i efektu modernih finških jarmača »KARHULA« i da općenito usporedi rad finških pilana sa švedskim.

Plana u kojoj su vršene analize opremljena je s tri proizvodne linije sa po jednim parom jarmača i ostalim strojevima koji su već uobičajeni kod prerade na pilanama u Skandinaviji. Veličina stapaja jarmača iznosila je 700 mm, svijetli otvor 500, 500 i 600 mm, a broj okretaja 340, 360 i 360 u min. Studij rada vršen je u veljači kod temperature 0 — 5 do — 10° C. Upotrebljavane su pile debljine 2,4 mm s razvrakom zubaca 25 mm i visinom zubaca 17 mm. Proširenje zubaca izvršeno je stlačivanjem i iznosilo je 0,7 i 0,8 mm.

Neki najinteresantniji podaci izvršene analize pokazani su u tabeli I:

TABELA 1

Mjereni elementi	Promjer trupaca (cm)	Jedinica		
		15	19	21
Otvor jarmača	mm	500	500	600
Prosječni pomak	mm	58,8	51,6	49,0
Nominalno vrijeme rada	%	100	100	100
Efektivno vrijeme	%	96,9	77,0	95,5
Neproduktivno vrijeme	%	3,1	23,0	4,5
Razmak među trupcima	%	1,0	4,32	1,4
Drvo između pila	%	1,8	5,05	—
Piljenje stranih predmeta	%	—	8,10	2,5
Ostali gubici	%	0,3	5,53	0,6
Broj trupaca				
nominalno vrijeme	kom	220	179	172
Broj trupaca				
efektivno vrijeme	kom	237	213	172

Na bazi prosječne dužine trupaca (oko 5 m) i poznatog promjera te iskorišćenja, koje iznosi za promjer od 15 cm — 63%, od 19 cm — 66% i od 21 cm — 68%, izlazi slijedeća količina proizvedene piljene grade:

trupci promjera 15 cm	— 13,8 m <sup>3</sup> /sat
trupci promjera 19 cm	— 17,3 m <sup>3</sup> /sat
trupci promjera 21 cm	— 22,2 m <sup>3</sup> /sat

ili prosječno oko 17,7 m<sup>3</sup>/sat. Ovaj je efekt za oko 40—50% veći od maksimalnih efekata u Švedskoj.

Radi uspoređenja autor donosi tabelu pomaka u Finskoj i Švedskoj. Ova su uspoređenja moguća obzirom da se broj okretaja kod jarmača u oba slučaja najčešće kreće u granicama od 330 do 360 u minuti.

Tabela pomaka za jarmače sa stapnjom od 700 mm

Promjer trupaca u cm	mm/okretaja	
	Finska	Švedska
15	60	45
19	54	40
21	50	35

Iz analize dobijenih rezultata zaključuje se, da je povećanje efekta na jarmačama u Finskoj omogućeno iz slijedećih razloga:

- povećanje stapaja sa 600 na 700 mm donosi povećanje efekata za 17 %;
- povećanjem pritiska gornjih valjaka procjenjuje se povećanje efekta za 8—10 %;
- primjena zubaca proširenih stlačivanjem umjesto razvracanjem daje daljnjih 10 % povećanja efekta;
- manjim razmakom između čela trupaca povećava se efekt za još oko 3—5 %.

Sve ovo pokazuje da navedeni elementi daju ukupno 38 do 42 % veći efekt rada finških jarmača.

Prema pisanju časopisa Sörtryck ur Sagbladet br. 23 — 1961

# Mi čitamo za Vas

U ovoj rubrici donosimo preglede važnijih članaka, koji su objavljeni u najnovijim brojevima vodećih svjetskih časopisa s područja drvne industrije. Zbog ograničenog prostora ove preglede donosimo u veoma skraćenom obliku. Međutim, skrećemo pažnju čitaocima i pretplatnicima, kao i svim zainteresiranim poduzećima i licima, da smo u stanju na zahtjev izraditi cjelokupne prijave ili fotokopije svih članaka, čiji su prikazi ovdje objavljeni. Cijena prijave je 15.000 Din po autorskom arku (t. j. 30.000 štampanih znakova), a fotokopija formata 18 × 24 Din 300 — po stranici. Za sve takve narudžbe i informacije izvolite se obratiti na Uredništvo časopisa ili na Institut za drvo-industrijska istraživanja — Zagreb, Gajeva 5/V.

## OPĆENITO

20. — O upotrebi elektronskih računala (Effective use of a computer), B. C. Borden, Forest products journal, Madison, br. 12 (1960), str. 636—639, 7 sl.

Elektronska su se računala mnogo razvila po konstrukciji, načinu i opsegu primjene. Moderni aparati ove vrste nisu više samo računarski mehanizmi i strojevi za rješavanje specijalnih matematskih funkcija već i mnogostručna pomagala u industriji i u naučnom istraživanju. Autor navodi primjer upotrebe naročito u cilju, da bi jače podvukao važnost ispravnog programiranja. Taj je postupak opisao u tančine a zatim je funkcioniranje samog stroja prikazao jednostavno i shematski. Radovi, za čije posvršavanje kod uobičajenih načina treba nekoliko tjedana, ovaj stroj svršava za nekoliko desetaka minuta.

## 3. — FIZIKA

30. — O prirodnoj trajnosti nekih egzota (Von der natürlichen Dauerhaftigkeit einiger Überseeehölzer), A n o n y m u s, »Holz-Zentralblatt« Struttgart, br. 130 (1962), str. 2083—2084.

Prirodno se trajanje zasniva na sadržini zaštitnih tvari kao što su alkaloidi u greenheart i iroko-drvu, trijeslovine u quebracho-drvu i slično. U raspravi se iznose podaci o mnogostručnim primjenama slijedećih naročito trajnih vrsta egzota: tikovina, jarrah karri, blue, gum, ebanovina, palisander, jacaranda, greenheart, guayacan, purpleheart, bruinheart, mora, amaranth, pock-drvo, quebracho, zapadno indijska šimširovina, pitch-pine, hickory, cornel persimmon, iroko, bongossi, afrormosia, padouk i dr.

33. — Utezanje i bujanje drveta djelovanjem hladnoće (Schwinden und Quellen des Holzes durch Kälte), H. K ü b l e r, »Holz als Roh- undWerkstoff« Berlin, br. 9 (1962), str. 364—368, 5 sl.

Promjene dimenzija kod drveta, uvjetovane temperaturom ispod leđišta. Kod eksperimenata sa bukovi uzorci izloženi najprije hlađenju a zatim zagrijavanju. Pritom su se ukazale znatne promjene u dužini mimo termičkih kontrakcija i rastezanja. Kod temperature se ispod leđišta smrzava voda u staničnim prostorima, uslijed čega nastupa utezanje. Drvo se uteže zajedno sa snižavanjem temperature sve do blizu — 55° C. Prilikom zagrijavanja nastupa ponovno bujanje (histeriza). Teorija o kapilarnoj kondenzaciji za drvo nije dokazana, jer su nedostajali simptomi smrzavanja vode u samim staničnim stjenkama.

## 6. — KEMIJSKA UPOTREBA DRVA

61. — Proizvodnja celuloze iz duglazijevine po magnefit-metodi (Magnefite pulping of Douglas-fir), R. M. S a m u e l s, Forest products journal, Madison, br. 3 (1961), str. 119—121, 1 sl. 2 tab.

Već se preko dva decenija nastoji povećati rentabilnost dobivanja celuloze po sulfitnom postupku. U tom je cilju i poduzeće »Weyerhaeuser Timber Company« predložilo postupak na bazi magnesium-bisulfita, koji se radi toga i naziva »magnefit-metoda«. Kod ove se primjenjene kiseline razlikuju od onih u Ca-bisulfitnom postupku time što ne sadrže suvišnog SO<sub>2</sub> pa zbog toga imaju i veću pH-vrijednost. U sjeverozapadu se USA kod ove metode iskorišćuju i pilanski otpaci duglazije, što je donijelo pojeftinjenje proizvodnje od 10 dolara po toni celuloze.

63.2 — Odnosi između veličine iverja i sadržaja na ljepilu s jedne strane te mehaničkih svojstava i dimenzionalne stabilnosti s druge strane (Relationship of flake size and resin content to mechanical and dimensional properties of flake board), P. W. P o s t, »For. Prod. Journal«, Madison USA, br. 1 (1961), str. 34—37, 7 sl. 4 tab.

Autor je izvršio istraživanja mehaničkih svojstava na uzorku iverice s razno dugačkim, razno debelim iverjem i s raznolikom množinom ljepila. Rezultati, koje autor objavljuje, pokazuju, da na čvrstoću savijanja i na ukočenost ima odlučan utjecaj omjer između duljine i debljine iverja. Nanos se ljepila primjećuje kod čvrstoće na vlak, gdje inače ostali faktori vrše kombinirani utjecaj. Dužinski stabilitet u klimatskom ciklusu između 50 i 90% relativne vlažne zavisi od obiju dimenzija iverja. Debljinski stabilitet ne podleži utjecaju veličine iverja sve dotle, dok je ta debljina manja od 0,3 mm. S praktičnog je dakle gledišta moguće poboljšati kvalitete ploče putem povećavanja dužine iverja. Nasuprot tome povećavanje debljine iverja donosi doduše sa sobom izvjesne štednje na ljepilu ali i nedostatke na stabilnosti kod osciliranja vlage.

63.2 — Primjena visokotemperaturnih nosioca toplin kao put k intenzifikaciji procesa prešanja kod proizvodnje iverica (Primenenje vysokotemperaturnyh teplonositelej — put intenzifikaciji processa presovanja stružičnyh plit), G. M. Š v a r c m a n, »Derevoobrabatyvaščaja promyšlennost«, Moskva, br. 12 (1961), str. 9—10, 7 sl.

Intenzifikacija se procesa prešanja može vršiti na 2 načina: pomoću modifikacije primjenjenih smola i pomoću skraćivanja vremena grijanja ploča predgrijavanjem mase iverja ili pak prešanjem temperature presnih pločica. Za nosioca topline se preporuča ditolilmetan. Povećanjem se temperature presnih pločica od 140° na 200°C skraćuje vrijeme prešanja za 65—70%. Termički postojana fenol-formaldehidna smola ništa ne umanjuje čvrstoću ploča iverica.

63.2 — Ubrzana metoda proizvodnje lakih iverica (Uskorenyj metod izgotovljenija legkih stružičnyh

plit), V. M. Hrulev — F. T. Tjurikov, »Derevoobrabatyvajuščaja promyšlennost«, Moskva, br. 12 (1961), str. 15—16, 2 sl.

Iverice iz borovih strugotina i grubog iverja od piljenja imaju volumnu težinu manju od 450 kg/m<sup>3</sup>. Proizvodnja: Prethodno zgusćavanje pomoću specijalne naprave u nezagrijanoj jednoetažnoj preši, stvrdnjavanje ljepljiva (formaldehidne smole). Vrijeme grijanja 3—3,5 min. Snaga generatora 1,25 W/cm<sup>3</sup>. Proizvedene iverice po čvrstoći ne zaostaju za izolacionim vlaknaticama.

**63.3 — Vlaknasto-iveraste ploče** (Vlaknisto-stružne plity), A. D. Šapiro — S. G. Rozinova, »Derevoobrabatyvajuščaja promyšlennost«, Moskva, br. 3 (1962), str. 6—8, 5 sl. 3 tab.

Proizvodnja vlaknasto-iverastih ploča (mokri postupak) iz 30% obične defibratorske mase i 70% otpadnog iverja. Prethodno sušenje nije potrebno. Sve se ostale faze rada odvijaju jednako kao i kod proizvodnje ploča iverica. Prednosti su kod ove produkcije: jednostavni tehnološki proces, štednja na sirovinji i na ljepljivima. Čvrstoća na savijanje se kreće u granicama 162 — 208 kg/cm<sup>2</sup>, primanje vode za 24 sata 34,4%.

## 7. — ZAŠTITA I SUŠENJE

**70. — Mikroanalitičko određivanje bora u zaštitnim sredstvima i u drvetu** (Mikroanalytische Bestimmung von Bor in Holzschutzmitteln und Holz), H. Silbernagel — E. Anton, »Holzforschung und Holzverwertung« Wien, br. 4 (1962), str. 69—71.

Borna se kiselina može uz ostale sastojke vrlo lako i jednostavno ustanoviti koliko u zaštitnim sredstvima toliko i u samom drvetu. U najviše se slučajeva kiselina titrira s lužinom bez ugljika ili se pak mala količina bora utvrdi kalorimetrički. Da bi se bor mogao uz fluor, arsen i krom ustanoviti i mikrometrički, potrebno je da se bor pomoću destilacije odijeli kao ester i potom ustanovi fotometrički. Za ovu je svrhu potrebna koncentracija od najmanje 20 H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub> otopine. Omjer težina i stranih soli iznosi 1 : 100.

**72.2. — Zaštita drveta protiv štetnika u morskoj vodi** (Protection against marine borers), Anonymous, »Wood«, London, br. 9 (1962), str. 378, 2 sl.

Kratki izvještaj o novoj zaštitnoj metodi protiv napadanja štetnika Tereido i Limnoria. Kod ove se metode drvo prevlači s tzv. »Cascover«-nylon prevlakom. Eksperimentalni materijal: 6 zračno suhih proba, od kojih su 4 probe bile zaštićene pomoću nylona a dvije su ostale nezaštićene. Izvedba pokusa: Na okvir iz greenhearta (*Ocotea rodiaei*) postavljene su 4 zaštićene i 2 nezaštićene probe, zatim izložene napadaju u dubini od 1,25 m i potom nakon jedne godine podvrgnute ispitivanju pomoću rentgenskih zraka. Rezultati su pokazali, da zaštićeni uzorci uopće nisu bili napadnuti, dok su nezaštićeni pretrpjeli znatna oštećenja.

**75. — Novi razvoj u sušenju i uskladištavanju piljene građe** (A new look at the treatment and seasoning of lumber) C. Smith, South. Lumberman, Nashville USA, br. 2507 (1961), str. 26—28, 3 sl.

Prirodno sušenje ima povrh dugog procesa još i drugih nedostataka (dekoloracije, pukotine, izbacivanja i sl.). Bitni udio u štetama imaju klimatske promjene, insolacija i poslije gljivične infekcije. Autor na temelju svojih pokusa iznosi naročiti postupak zračnog sušenja, kojim se u velikom dijelu uklanjaju neđaće dosadanih metoda (Fan-air-system).

**75.2. — Napredak u sušenju drveta, razvoj u 1960. godini.** (Progress in wood drying — 1960), E. L. Ellwood, Forest products journal, Madison, br. 2 (1961), str. 55—66, 4 sl.

Prikaz donosi iscrpan pregled radova o sorpciji i difuziji, koje čine fizikalne osnove sušenja, zatim pojave napreznosti i kolapsa. Nakon kratkog uvoda o prethodnom postupku autor analizira napredak u pojedinim metodama sušenja (prirodno sušenje, ubrzano prirodno sušenje, nadalje sušenje u vrućim otopinama i uljima te napokon centrifugalno i visokofrekventno sušenje). Na kraju je evidentirana vrlo opsežna literatura

**76. — Vitlanje kladarski** (Sticking from saw), H. P. Howard, Wood, London, br. 4 (1961), str. 164—165, 4 sl.

Premda u Engleskoj stalno raste import piljene građe listača, još se uvijek moraju piliti znatne količine domaće i afričke oblovine u kladarke za potrebe industrije namještaja. Ovaj se sortiment još uvijek mnogo traži unatoč toga, što uobičajeno vitlanje iziskuje veće izdatke nego kod prizmiranih piljenica. Radi toga autor stavlja prijedlog, da se slaganje kladarki vrši odmah uz samu pilu (redovno se rađi tračna pila za truppe). To doduše traži ručni rad kao i kod uobičajenog vitlanja, ali se ipak pojedini komad samo jedamput uzima u ruke i onda odvozi na skladište, gdje se slaže u veće složajeve. Na sličan se način mogu izvoditi i šarže za sušenje kod upotrebe komornih sušara. Kao prevozna sredstva dolaze u obzir kranovi ili traktori viljuškari

**76. — Primjena traktora viljuškara u pilanskom pogonu** (Der Einsatz des Gabelstaplers im Sägewerk), E. Wühr, Holz-Zentralblatt, Stuttgart, br. 85 (1961), str. 1315—1316, 7 sl.

Opazanja u radu traktora viljuškara za vrijeme od jedne godine na skladištu piljene građe u pilanskom pogonu kapaciteta oko 17.000 m<sup>3</sup> piljene građe godišnje. Polazeći od izbora tipa traktora (2,5 t nosivosti) autor dalje obrađuje raspodjelu prostora, utvrđivanje prometnih linija, mjesta za postavljanje vitlova i tehniku slaganja

**76. — Uštede na radnom vremenu kod slaganja pakreta za vještačko sušenje** (Making kiln sets with less man hours), V. Serry, Wood, London, br. 5 (1961), str. 203—205, 5 sl.

Zajedno s povećanjem serijske produkcije u engleskoj industriji namještaja raste i zahtjev za ispravno klimatiziranim materijalom. Budući da u ovoj zemlji prirodno sušenje ne zadovoljava potrebama, to se neprestano povećava potražnja za vještački sušenim drvom. Posljedica je toga tehnizacija manipuliranja materijalom. Autor donosi obavještenja o nekim novitetima kao što je primjena tračnica za pokretanje paketa, uređenje prostora za vitlove i izlaženje šarža, sve je osvijetljeno u nekoliko primjera. Opisan je i postupak, pomoću kojeg se kod pojedinih sortimenata različitih dimenzija manipulira tako, da se sušenje i klimatizacija provodi u raznim sistemima komora.

Autor preporuča uvođenje liftova za ručno slaganje s posebno dobro organiziran tok rada kod dovoženja i odvoženja materijala pomoću viljuškara.

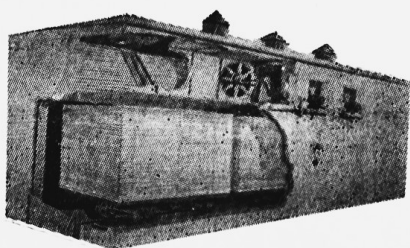
**75. — Količina uzduha kod vještačkog sušenja drveta** (Just how much air do we need to dry lumber?), J. Devine, »South. Lumberman«, Nashville USA, br. 2522 (1961), str. 31—32.

Često se zanemaruje problem dovođenja dovoljne količine uzduha kod sušenja drveta, ma da su troškovi oko zagrijavanja svježeg uzduha razmjerno veliki. Na temelju izvršenih pokusa, koji su u prikazu pobliže opisani, autor dolazi do zaključka, da u cilju rješenja ovog problema moraju odabranom učinku zračenja odgovarati optimalne širine složajeve u određenu temperaturu sušenja. Posebno iznosi analizu troškova.



# ZA DRVNU INDUSTRIJU

- SUŠARE ZA DRVO -



- KABINE ZA BOJANJE
- UREĐAJE ZA ZRAČNI TRANSPORT  
PILJEVINE I OTPADAKA
- UREĐAJE ZA OTPRAŠIVANJE
- UREĐAJE ZA VENTILACIJU,
- UREĐAJE ZA ZAGRIJAVANJE  
PROSTORIJA TOPLIM ZRAKOM
- UREĐAJE ZA KLIMATIZACIJU

TRAŽITE NAŠE PROSPEKTE

PROIZVODI

PROJEKTIRA

MONTIRA



## VENTILATOR

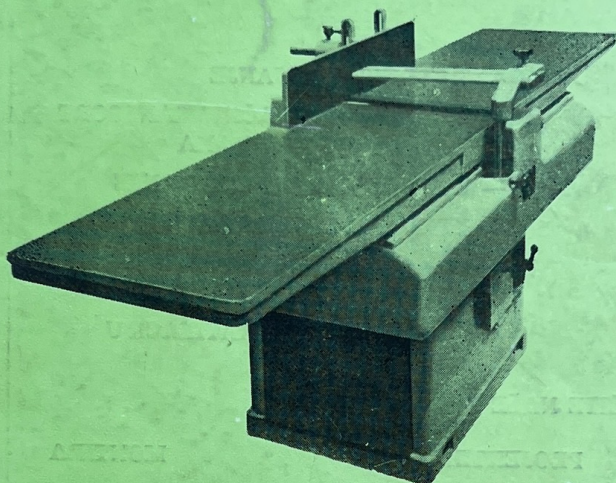
TVORNICA VENTILACIONIH, TERMICKIH,  
MLINSKIH I SILOSNIH UREĐAJA - ZAGREB  
Radnička cesta Đure Đakovića 32, Telefon 53-466

# DRVNI KOMBINAT SPLIT

LIVANJSKA BR. 9/II

Proizvodi:

- kuhinjski namještaj savremenog tipa
- elemente hlađenih skladišta, stabilnih  
i brodskih
- brodski namještaj
- građevnu stolariju



PRVA I JEDINA SPECIJALIZIRANA TVORNICA U NAŠOJ  
ZEMLJI ZA PROIZVODNJU STROJEVA ZA OBRADU DRVA

**PROIZVODI STROJEVE ZA OBRADU DRVA:**

BLANJALICE, RAVNALICE, KOMBINIRKE, TRAČNE PILE, CIR-  
KULARE, POVLAČNE PILE, KLATNE PILE, OBLIČARKE, TRUP-  
ČARE, HORIZONTALNE BUŠILICE, ZIDNE BRUSILICE ZA  
ČVOROVE, GLODALICE, VISOKOTURAŽNE GLODALICE, LAN-  
ČANE GLODALICE, TRAČNE BRUSILICE, VALJAČICE, RAZME-  
TAČICE, AUTOMATSKE BRUSILICE NOŽEVA, AUTOMATSKE  
BRUSILICE PILA.

# BRATSTVO

TVORNICA STROJEVA, ZAGREB, PAROMLINSKA 58