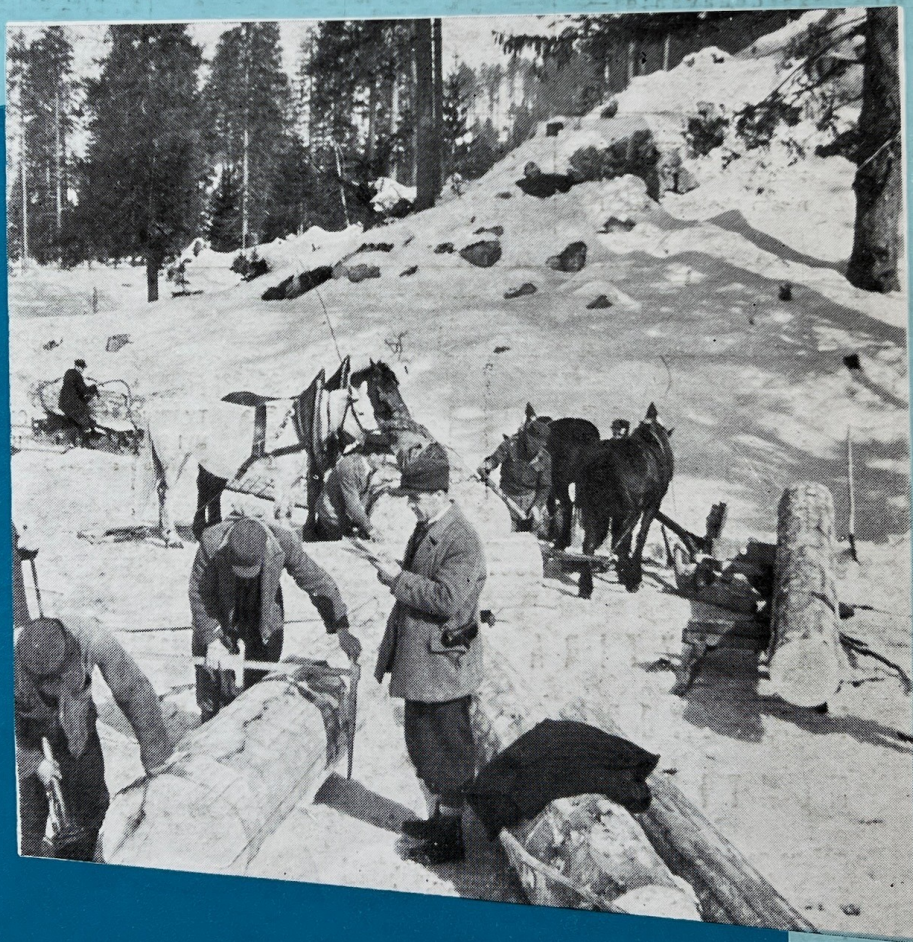


# DRVNA INDUSTRIJA

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



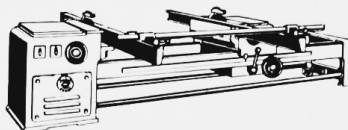


# ŽIČNICA

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!



## VENTILATOR

TVORNICA VENTILACIONIH, TERMIČKIH  
MLINSKIH I SILOSNIH UREĐ. - ZAGREB  
Radnička cesta Đure Đakovića 32, telefon 6652-5

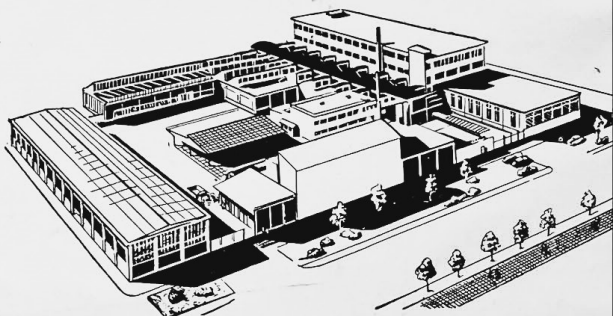
SPECIJALNO ZA DRVNU INDUSTRIJU

PROJEKTIRA  
PROIZVODI  
MONTIRA:

sušare za drvo, kabine za bojanje, uređaje  
za zračni transport piljevine i sitrih ot-  
padaka, uređaje za odsisavanje piljevine

DUGOGODIŠNJE ISKUSTVO U RADU TVORNICE JAMČI SOLIDNOST I KVA-

LITET IZVEDBE UREĐAJA





# DRVNA INDUSTRIJA

GODINA XIII

STUDENI — PROSINAC 1962.

BRO 11—12



## S A D R Ž A J

- Prof. dr inž. Juraj Krpan:  
ISTRAŽIVANJA IVERICA OD POZDERA
- Inž. Franjo Štajduhar:  
EKONOMSKI ASPEKTI PROIZVODNJE I UPOTREBE  
VLAKNATICA I IVERICA
- Inž. Franjo Štajduhar:  
IVERICE IZ TRIJU AFRIČKIH VRSTI DRVETA
- Dr inž. Lazar Vujičić:  
LINEARNO PROGRAMIRANJE  
U DRVNO-INDUSTRIJSKIM PREDUZEĆIMA
- \*\*\*
- Iz zemlje i svijeta
- \*\*\*
- Mi čitamo za vas

## C O N T E N T S

- Prof. dr ing. Juraj Krpan:  
INVESTIGATIONS OF THE BOARDS  
OF HEMP SHIVES
- Ing. Franjo Štajduhar:  
ECONOMIC ASPECTS OF THE PRODUCTION AND  
UTILISATION OF FIBRE-BOARDS AND  
PARTICLE-BOARDS
- Ing. Franjo Štajduhar:  
PARTICLE-BOARDS FROM THREE AFRICAN  
WOOD-SPECIES
- Dr ing. Lazar Vujičić:  
LINEAR PROGRAMMING IN THE WOOD-WORKING  
ENTERPRISES
- \*\*\*
- Home and Foreign News
- \*\*\*
- Timber and Wood-working Abstracts

«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 Frančičković. — Redakcioni odbor: Veljko Auferber, inž. Bogoljub Čop, inž. Zvonko Ettinger, dipl. ec. Svetozar Grgurić, inž. Milan Kovačević, inž. Erich Lechpammer, inž. Branko Matić, inž. Zora Smolčić, inž. F. Štajduhar — 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

Slika na omotnoj stranici:  
Zimski motiv s jednog pomoćnog stovarišta u Gorskom Kotaru  
(Snimio M. Pavić)



## ISTRAŽIVANJE IVERICA OD POZDERA

### I

Proizvodnja iverica od drva počela se ubrzo razvijati nekako od god. 1950, kad su u pokusnim pogonima riješeni problemi proizvodnje iverica od iverja drveta i umjetne smole čija svojstva odgovaraju u prvom redu potrebama industrije namještaja i građevinarstva i za druge svrhe. Kasnije se počelo izrađivati iverice i od drugih lignoceluloznih tvari i umjetne smole, a među njima i od pozdera lana ili konoplje. Ta se vrst ploča izrađuje u Belgiji i u Francuskoj, a počela se izrađivati i kod nas najprije u Petrinji god. 1959, zatim u Malom Idošu 1961. i na drugim mjestima.

Dosad su mnogo istraživana svojstva iverica od drva, ali za iverice od pozdera gotovo i nema podataka. Za pravilnu upotrebu tih ploča i usmjeravanje proizvodnje na izradu ploča koje najbolje odgovaraju zahtjevima potrošača potrebno im je poznavati svojstva. Zbog toga su i poduzeta ova istraživanja iverica od pozdera konoplje i umjetne smole, koje proizvodi Kudejljara »Boris Kidrič« preduzeće za proizvodnju i preradu kudeljne stabljike u Malom Idošu, koje ih je i finaciralo.

### II ZADATAK ISTRAŽIVANJA

Zadatak istraživanja je utvrditi za iverice od pozdera:

#### 1. Fizička svojstva

- postotak vlage
- debljinu
- volumnu težinu
- težinu po jedinici površine
- upijanje vode u postocima težine i volumena
- bubrenje debljine

#### 2. Čvrstoću na savijanje

- na probama kojima je dužina orijentirana po dužini ploče;
- na probama kojima je dužina orijentirana po širini ploče.

### III MATERIJAL

Istraživano je 6 komada iverica od pozdera  $240 \times 120 \text{ cm}^2$  debelih 22 mm. Na 30 kg pozdera dodavano je 4,25 kg ljepliva, 12,4% od težine ploča. Kontakta je dodavano 5% od težine ljepliva. Za svaku ploču je odvagnuto 45 kg pozdera izmiješanog s ljeplivom. Ploče su prešane 45 min pod pritiskom  $5 \text{ kg/cm}^2$  kod temperature  $135^\circ \text{C}$ .

### IV PROBE

Iz svake ploče izrađeno je prema slici 1: 50 proba  $10 \times 10 \times 2,2 \text{ cm}^3$  za ispitivanje fizičkih svojstava

50 proba  $30 \times 2,2 \times 2,2 \text{ cm}^3$  za ispitivanje čvrstoće na savijanje po dužini ploče

50 proba  $30 \times 2,2 \times 2,2 \text{ cm}^3$  za ispitivanje čvrstoće na savijanje po širini ploče

Iz svih ploča izrađeno je ukupno 900 proba; od toga 300 za ispitivanje fizičkih svojstava i 600 za ispitivanje čvrstoće na savijanje, od kojih je polovina imala dužinu u smjeru dužine, a polovina u smjeru širine ploče. Čim je proba ispitana na čvrstoću, otpiljena je od nje mala proba duga oko 8 cm za određivanje postotka vlage u vrijeme ispitivanja na čvrstoću na savijanje. Sveukupno je ispitano 1500 proba.

### V METODA RADA

Probe na kojima su ispitivana fizička svojstva vagnute su u laboratorijski suhom stanju. Izmjerena im je debljina i simetrale dužine i širine. Debljina je mjerena na svakoj probi na 4 mjesta gdje se sijeku paralele udaljene od bridova oko 25 mm. Za debljinu je uzeta aritmetička sredina od ta 4 mjerenja. Probe su postepeno napajane vodom 24 sata. Ponovno su vagnute i ponovno su im mjerene dimenzije na opisan način. Prosušene su u laboratoriju i sušene kod temperature od  $101$  do  $105^\circ \text{C}$ , a nakon toga vagnute. Dimenzije su mjerene na  $0,1 \text{ mm}$  točno, a težina na  $0,01 \text{ g}$  točno. Izračunate su aritmetičke sredine, utvrđene su granice i izračunate standardne devijacije postotka vlage u laboratorijski suhom stanju u odnosu na težinu apsolutno suhog drva, debljine, volumne težine, težine po jedinici površine, upijanje vode u postocima težine i volumena te bubrenja debljine. Standardne devijacije ( $\sigma$ ) računane su po formuli:

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum x^2}}{n} - m^2$$

u kojoj je  $\sum x^2$  suma kvadrata svih varijanata,  $n$  broj varijanata, a  $m$  aritmetička sredina. Varijante su razvrstane u razrede. Broj razreda ( $i$ ) računat je po formuli:

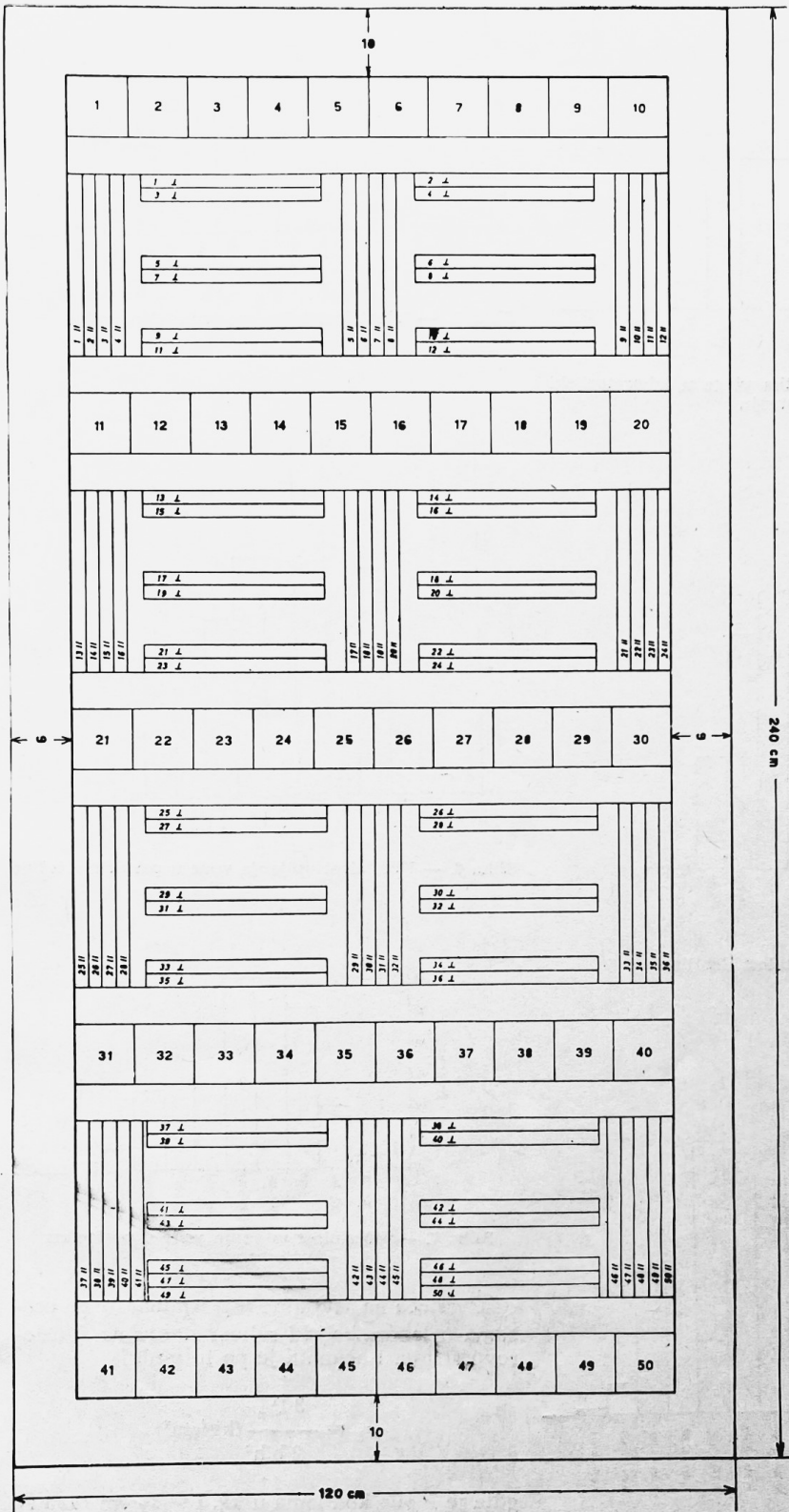
$$i = 2 \sqrt[3]{n}$$

Širina razreda ( $a$ ) računana je po formuli

$$a = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{i}$$

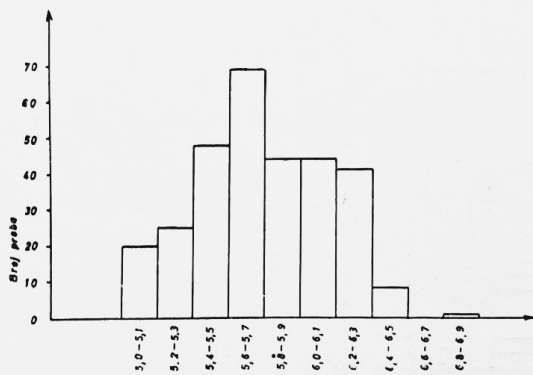
u kojoj je  $x_{\max}$  najveća, a  $x_{\min}$  najmanja varijanta, a  $i$  je broj razreda.



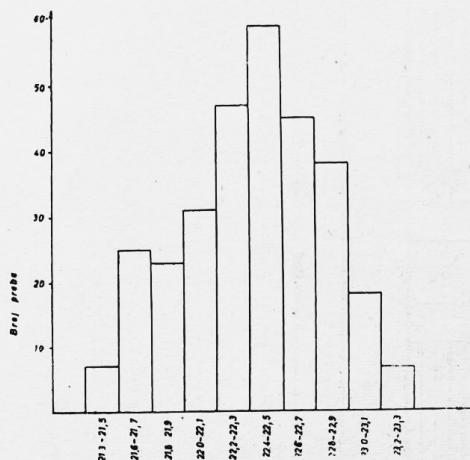


Slika 1.  
Način uzimanja proba

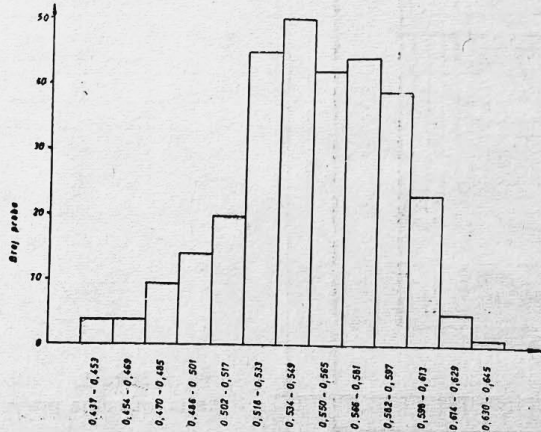




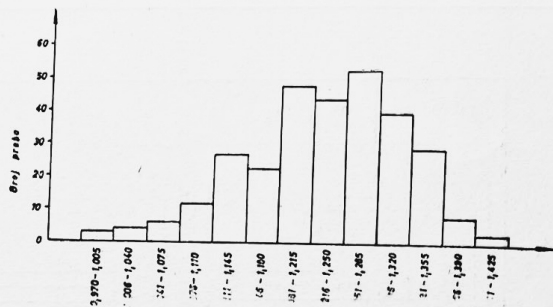
Slika 2. — Učestalost postotka vlage u laboratorijski suhom stanju



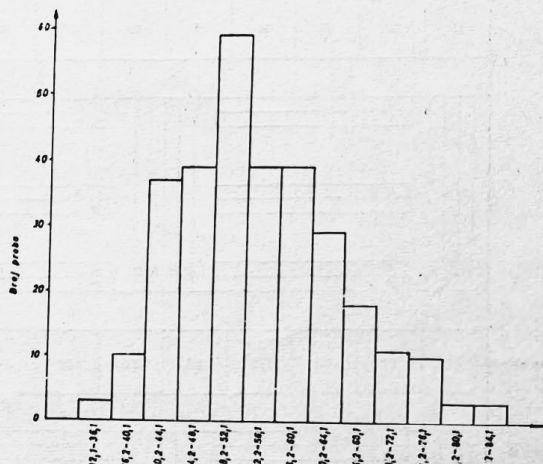
Slika 3. — Učestalost debljine



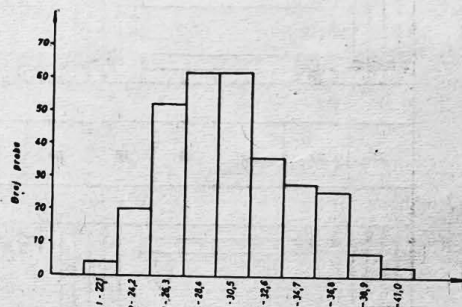
Slika 4. — Učestalost volumne težine



Slika 5. — Učestalost težine po jedinici površine



Slika 6. — Učestalost upijanja vode u postocima težine

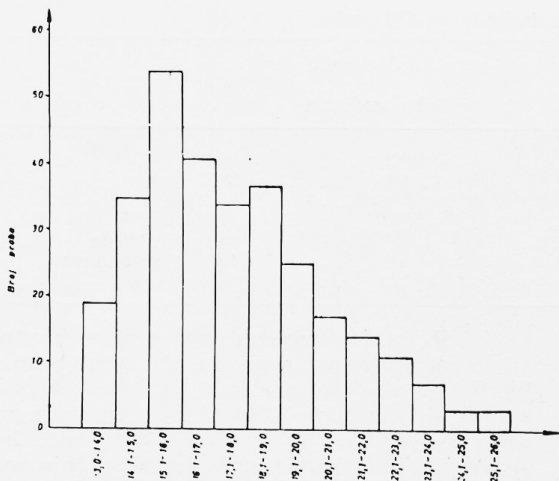


Slika 7. — Učestalost upijanja vode u postocima volumena

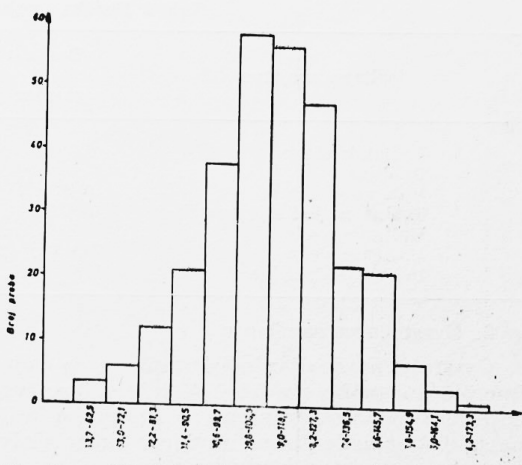
Čvrstoća na savijanje ( $\sigma_s$ ) ispitana je na probama u laboratorijski suhom stanju na Amslerovu stroju. Računata je po formuli

$$\sigma_s = \frac{3 P l}{2 b h^2} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

gdje je P sila kod loma u kg, l = 28 cm razmak potporišta, b širina, a h visina probe u cm.



Slika 9. — Učestalost bubrenja debljine



Slika 9. — Učestalost čvrstoće na savijanje u smjeru duljine ploča

Utvrđene su granice, izračunana aritmetička sredina i standardna devijacija na opisani način.

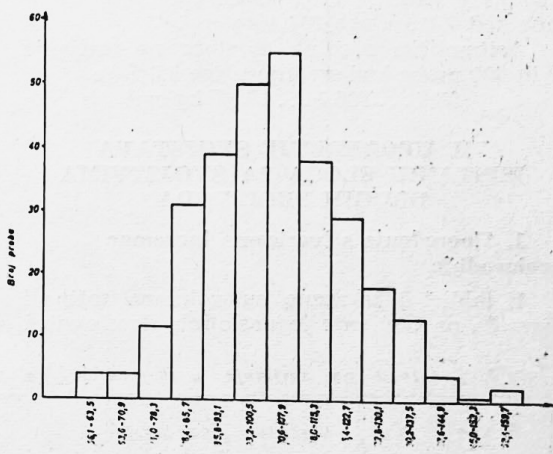
Za sva istraživana svojstva nacrtani su dijagrami učestalosti.

## VI REZULTATI

Rezultati istraživanja iskazani su u tablicama 1 do 4 i na slikama 2 do 10. Istražena svojstva upoređena su sa svojstvima inozemnih iverica od drva i od pozdera i sa svojstvima vlaknatica i stolarskih ploča tuzemne proizvodnje.

### 1. Fizička svojstva

Fizička svojstva pojedinih ploča iskazana su u tablici 1 i na slikama 2 do 8. Probe jedne ploče označene su rednim brojevima 1 do 50, druge 51 — 100, treće 101 — 150, četvrte 151 do 200, pete 201 — 250 i šeste 251 — 300. Ispitane ploče imaju jednoličan postotak vlage, debljinu i vo-



Slika 10. — Učestalost čvrstoće na savijanje u smjeru širine ploča

Tab 1 Fizička svojstva pojedinih ispitanih ploča

Broj ispit. probe	Postotak vlage		Debljina		Volumna težina		Težina po jedinici površine		Upijanje vode			Bubrenje debljine		
	donja	gornja	donja	gornja	donja	gornja	donja	gornja	donja	gornja	donja	gornja	donja	gornja
	aritmet.	aritmet.	aritmet.	aritmet.	aritmet.	aritmet.	aritmet.	aritmet.	aritmet.	aritmet.	aritmet.	aritmet.	aritmet.	aritmet.
1-50	5,8	6,2	22,1	22,4	0,485	0,562	0,826	1,092	1,259	1,408	32,1	47,7	26,8	16,4
51-100	5,4	5,7	22,3	22,8	0,476	0,542	0,813	1,066	1,238	1,411	36,3	49,8	26,8	15,7
101-150	5,4	5,6	21,6	22,3	0,437	0,534	0,825	0,970	1,191	1,387	37,9	56,0	29,3	16,4
151-200	5,8	6,1	21,7	22,4	0,462	0,540	0,802	1,021	1,210	1,381	40,2	55,2	29,4	17,0
201-250	5,4	5,6	22,0	22,5	0,500	0,549	0,834	1,123	1,239	1,350	44,0	62,1	34,0	20,8
251-300	5,0	5,2	21,3	21,8	0,517	0,572	0,841	1,121	1,244	1,424	41,7	52,6	29,9	19,0
30 sva probe	5,8	5,7	21,3	22,4	0,437	0,550	0,841	0,970	1,230	1,424	32,1	53,9	29,4	17,6

lumnu težinu, dok im je manje jednolično upijanje vode i bubrenje debljine. Srednja fizička svojstva svih ispitanih proba navedena su u tablici 2 i iznose kod vlage 5,7%: debljina 22,4 mm, volumna težina 0,55 g/cm<sup>3</sup>, težina po jedi-

nici površine 1,23 g/cm<sup>2</sup>, upijanje vode u postocima težine 53,9%, a u postocima volumena 29,4% i bubrenje debljine 17,6%. Ploče s volumnom težinom 0,55 g/cm<sup>3</sup> dobro odgovaraju za namješčaj i druge potrebe.



Tab. 2 Fizička svojstva ispitana na 300 proba

Ispitano svojstvo	Donja	standardna devijacija	Gornja granica
	granica	Aritmetička sredina i	
Postotak vlage	5,0 ...	5,7 ± 0,3 ...	6,8 ‰
Debljina	21,3 ...	22,4 ± 0,4 ...	23,3 mm
Volumna težina	0,437 ...	0,550 ± 0,038 ...	0,641 g/cm <sup>3</sup>
Težina po jedinici površine	0,970 ...	1,230 ± 0,085 ...	1,424 g/cm <sup>2</sup>
Upijanje vode	32,1 ...	53,9 ± 9,4 ...	83,4 ‰ težine
Upijanje vode	20,1 ...	29,4 ± 4,0 ...	40,9 ‰ volumena
Bubrenje debljine	13,0 ...	17,6 ± 2,7 ...	25,8 ‰

## 2. Čvrstoća na savijanje

Čvrstoća na savijanje iskazana je za pojedine ploče u tablicama 3 i 4. U tablici 3 su čvrstoće na savijanje izmjerene na 300 proba kojima su dužine orijentirane u smjeru širine ploče. Iskazani su i postoci vlage koje su imale probe kad su ispitivane na čvrstoću na savijanje. Srednje čvrstoća na savijane u smjeru dužine ploča kod 5,9% vlage je 110,3 kg/cm<sup>2</sup>, a u smjeru širine kod 6,2% vlage 102,4 kg/cm<sup>2</sup>.

Aritmetička sredina čvrstoće na savijanje svih 600 proba kod srednje vlage 6,0% je 53,7 ... 106,3 ... 173,2 kg/cm<sup>2</sup>

## VII UPOREĐENJE SVOJSTAVA ISPITANIH PLOČA SA SVOJSTVIMA DRUGIH PROIZVODA

### 1. Upoređenje s ivericama inozemne proizvodnje

U tablici 5 iskazane su volumna težina i čvrstoća na savijanje jednoslojnih, dvoslojnih i

troslojnih iverica inozemne proizvodnje izrađenih iz raznih sirovina po raznim postupcima. Iverice od pozdera lana imaju volumnu težinu 0,25 do 0,56, srednju 0,40 g/cm<sup>3</sup> i čvrstoću na savijanje od 30 do 180, srednju 105 kg/cm<sup>2</sup>. Ispitane iverice iz Malog Idoša imaju srednju volumnu težinu 0,55 g/cm<sup>3</sup> i srednju čvrstoću na savijanje 106,3 kg/cm<sup>2</sup>. Srednja čvrstoća na savijanje im je podjednaka čvrstoći na savijanje iverica od pozdera lana inozemne proizvodnje, a težina im je veća. Za inozemne iverice nije navedeno kod koje vlage im je mjerena čvrstoća na savijanje. Ostale iverice iz tablice 5 izrađene su od drva po raznim postupcima, a neke su i obložene furnirom.

### 2. Upoređenje s vlaknaticama i stolarskim pločama tuzemne proizvodnje

U tablici 6 upoređena su ispitana svojstva iverica od pozdera s neprešanim (izolacionim) i prešanim (tvrdim) vlaknaticama i stolarskim pločama sa srednjicom od jelovine i slijepim fur-

Tab. 3. Čvrstoća na savijanje u smjeru dužine ploča

Probe		Čvrstoća na savijanje			Probna kom.	Postotak vlage za vrijeme ispitivanja		
redni broj	kom.	donja granica	aritmetička sredina	gornja granica		donja granica	aritmetička sredina u %	gornja granica
1 - 50	50	79,0	115,4	157,9		50	5,2	6,2
51 - 100	50	79,8	117,1	161,9	50	5,3	5,9	7,9
101 - 150	50	53,7	106,1	173,2	50	5,2	5,8	6,4
151 - 200	50	58,8	102,4	136,5	50	5,5	6,0	6,5
201 - 250	50	69,7	109,7	146,9	50	5,0	5,8	6,9
251 - 300	50	77,0	111,3	139,0	50	5,1	5,8	7,1
Ukupno 300		662,0			300	35,5		
Aritmetička sredina		110,3				5,9		

Tab. 4. Čvrstoća na savijanje u smjeru širine ploča

Probe		Čvrstoća na savijanje			Postotak vlage za vrijeme ispitivanja			
redni broj	kom	donja granica	aritmetička sredina	gornja granica	Proba kom.	donja granica	aritmetička sredina	gornja granica
		kg/cm <sup>2</sup>				%		
1 - 50	50	77,5	109,0	154,0	50	5,9	6,5	7,4
51 - 100	50	76,1	96,8	131,0	50	5,6	6,3	7,0
101 - 150	50	59,8	94,5	133,0	50	5,3	6,1	7,1
151 - 200	50	56,1	100,4	156,4	50	5,2	6,2	6,8
201 - 250	50	81,1	106,6	137,3	50	5,2	6,0	6,7
251 - 300	50	80,4	107,3	138,1	50	5,4	5,9	6,8
<b>Ukupno</b>	<b>300</b>	<b>614,6</b>			<b>300</b>	<b>37,0</b>		
<b>Aritmetička sredina</b>		<b>102,04</b>				<b>6,2</b>		

Tablica 5.

Volumna težina i čvrstoća na savijanje iverica inozemne proizvodnje (po Werner Scheibertu)

Iverica	Postupak	Upotreba za	Volumna težina	Čvrstoća na savijanje
			g/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
Jednoslojna iz blanjevine i otpadaka s glodalice	—	namještaj — oblaže se furnirom 0,8 mm	0,6 — 0,85	40—160
Jednoslojna iz piljevine (ne furnirane)	CSR i Ritter K. G.	za namještaj, tanke, zamjenjuju šperploče, deblje su srednjice panela	0,6 — 0,75	20— 80
Jednoslojna iz mljevenog iverja	—	namještaj i u građevinarstvu	0,45—0,85	30—150
Jednoslojna iz mljevenog i rezanog iverja (četinjača)	Okal	namještaj i gradnju kuća	0,65	25 nefurnirana 200 furnirana
Jednoslojna, ne kaširana	Bartrev	namještaj	0,7	150
Jednoslojna iz piljevine, furnirana	Menzel	najbolji namještaj	0,65	300
Jednoslojna iz pozdera od lana	—	namještaj, srednjice za stolarske ploče	0,25—0,56 specijalne 0,8	30—180 280
Dvoslojna, gornji sloj od rezanog, donji od mljevenog ili rezanog iverja	—	građevinarstvo	0,3—0,8	40— 90
Troslojna, vanjski slojevi od rezanog, a srednji od mljevenog iverja	Novopan	namještaj i u građevinarstvu	0,6	200—250
Troslojna, vanjski slojevi od rezanog, srednji od mljevenog iverja (pretežno tvrdo drvo)	VEB Holveredelung Karshorst	namještaj (a od blanjevine za srednjice)	0,7	150—180



Troslojna, vanjski slojevi od finog iverja, srednji od debljeg rezanog iverja	Behr-Gruppe	namještaj	0,6	175—220
Troslojna iz rezanog iverja, izvana fino iverje	Standard-postrojenje tip 10000	Kvalitetan namještaj	0,6	200—220
Troslojna iz rezanog, izvana finog iverja	Zvolen CSR	namještaj	0,68	200—250
Troslojna	Rowi	namještaj i unutarnje uređenje	0,58—0,62	oko 175
Troslojna iz raznog iverja mekog drva	CSR	srednji sloj elemenata	0,65	180—220
Troslojna	Curvi Board	namještaj	0,48—0,60	198—222
Iz rezanog iverja, vanjski slojevi od finog iverja	Himmelheber Behr	namještaj	oko 0,6	preko 200

Tablica 6.

**Uporedba ispitanih svojstava iverica od pozdera iz Malog Idoša sa svojstvima vlaknatice i panela domaće proizvodnje**

SVOJSTVO	Vlaknatice (lesonit)		Panel srednjica iz jelovine: slijeplj furnir od bukovine	Iverice od pozdera Mali Idoš
	neprešane (izolacione)	prešane (tvrde)		
<b>1. Fizička svojstva</b>				
a) debljina u mm	13,1	3,91	22,4	22,4
b) postotak vlage u %	9,8	7,3	8,9	5,7
c) volumna težina kg/m <sup>3</sup>	236	1000	498	550
d) težina po jedinici površine u kg/m <sup>2</sup>	3,10	0,393	11,15	12,30
e) upijanje vode u % težine	48,0	41,6	36,4	53,9
u % volumena	11,3	41,8	18,1	29,4
f) bubrenje debljine u %	9,2	23,0	5,2	17,6
<b>2. Čvrstoća na savijanje</b>				
a) paralelno kg/cm <sup>2</sup>	10,6	448	363	110,3
b) okomito kg/cm <sup>2</sup>	10,4	508	360	102,4

Podaci navedeni u tab. 6 su aritmetičke sredine uzete iz radova J. Krpana 1) Fizička i mehanička svojstva izolacionih ploča. »Drvena industrija« — Zagreb 1960, str. 34—40, 2) Die physikalischen und mechanischen Eigenschaften von Holzfaserhartplatten, »Holz als Roh und Werkstoff« — Berlin Bd. 18 (1960) S. 452—458. i 3) Vergleichende Untersuchungen der physikalischen und mechanischen Eigenschaften von Tischlerplatten. »Holz als Roh- und Werkstoff« — Berlin Bd. 19 (1961) S. 27—30.

nirom od bukovine. Ispitane iverice od pozdera kod 5,7% vlage kod iste debljine imaju nešto veću volumnu težinu i težinu po jedinici površine, upijaju više vode i znatno više bubre u debljini, a imaju mnogo manju čvrstoću na savijanje nego stolarske ploče kod 8,9% vlage. Pritom treba imati u vidu da ispitane ploče služe za srednjice, i kad ih se obloži furnirom, čvrstoća na savijanje ovih ploča je znatno veća nego neobloženih iverica od pozdera.

## VIII ZAKLJUČAK

Istraženo je 6 ploča iverica od pozdera. Na 300 proba 10 × 10 × 2,2 cm<sup>2</sup> ispitana su fizička svojstva u laboratorijski suhom stanju. Kod srednje vlage 5,7% ploče imaju ova srednja svojstva: debljinu 22,4 mm, volumnu težinu 0,55 g/cm<sup>3</sup>, težinu po jedinici površine 1,23 g/cm<sup>2</sup>, upijanje vode 53,9% od težine, a 29,4% od volumena i bubrenja u debljinu 17,6%. Ispitane

ploče imaju jednoličnu debljinu, volumnu težinu i težinu po jedinici površine, dok im je manje jednolično upijanje vode i bubrenje debljine.

Čvrstoća na savijanje ispitana je na 300 proba  $30 \times 2,2 \times 2,2$  cm<sup>3</sup> kod kojih je dužina bila orijentirana u smjeru dužine ploča i na 300 proba iste veličine kod kojih je dužina bila orijen-

tirana u smjeru širine ploče. Srednja čvrstoća u smjeru dužine ploče je 110,3, kod 5,9% vlage, a u smjeru širine ploče 102,4 kg/cm<sup>2</sup> kod 6,2% vlage. Aritmetička sredina čvrstoće na savijanje svih 600 proba je 106,3 kg/cm<sup>2</sup>, kod srednje vlage 6,0%. Čvrstoća na savijanje ispitanih iverica podjednaka je čvrstoći na savijanje iverica od pezdera lana inozemne proizvodnje, dok im je težina veća.

## INVESTIGATIONS OF THE BOARDS OF HEMP SHIVES

Six particle boards of hemp shives were investigated.

The average physical properties of 300 specimens ( $10 \times 10 \times 2,2$  cm<sup>3</sup>) with 5,7% of moisture content are as follows: the thickness 22,4 mm, density 0,55 g/cm<sup>3</sup>, weight per unit of area 1,23 g/cm<sup>2</sup>, water absorption after 24 hours of immersion amounts to 53,9% of weight, to 29,4% of volume, and 17,6% thickness swelling. The physical properties of particle boards as to their thickness, density and weight per unit of area are uniform, while the absorption of water and the swelling of thickness are less uniform.

The bending strength was investigated on 600 specimens ( $30 \times 2,2 \times 2,2$  cm<sup>3</sup>). One half of the specimens had their length cut in the direction of the length of boards. The mean bending strength of these specimens was 110,3 kg/cm<sup>2</sup> at a moisture content of 5,9%. The other half of the specimens had their length cut in the direction of the width of boards. The mean bending strength of this specimens was 102,4/cm<sup>2</sup> at a moisture content 6,2%. The average bending strength of all specimens was 106,3 kg/cm<sup>2</sup> at a moisture content of 6%. The bending strength of the investigated boards was nearly the same in the particle boards of flax shives of foreign make, while they exhibited a greater weight.

Inž. FRANJO ŠTAJDUHAR, Zagreb

## EKONOMSKI ASPEKTI PROIZVODNJE I UPOTREBE VLAKNATICA I IVERICA

### RAZMOTRENI NA KOLOKVIJU U ŽENEVI

Ovaj Kolokvij održan u Ženevi 3—7. prosinca 1962. na poticaj Ekonomske komisije za Evropu (Economic Commission for Europe = ECE) odbora za drvo (Timber Committee) kao organa FAO-a (Food and Agriculture Organization of the United Nations).

Kako naslov kaže, predmet razgovora bili su vrlo aktuelni problemi, tj. ekonomski vidovi proizvodnje i upotrebe ploča vlaknatice i iverica, problemi, koji se itekako tiču i nas s obzirom na naglo povećanje kapaciteta i proizvodnje ovih ploča i u našoj zemlji.

Kolokvij je organizirao Mr. Sartorius, direktor FAO/ECE Timber Division, a predsjedavao mu je Mr. Chaumet (Francuska).

Zastupane su bile slijedeće zemlje i organizacije: Austrija, Bugarska, ČSR, Savez. Republ. Njemačka, Francuska, Grčka, Mađarska, Italija, Poljska, Rumunjska, Španija, Švedska, Švicar-

ska, Ujedinjeno Kraljevstvo, SSSR, Ukrajina, Jugoslavija, FAO, FESYP<sup>1</sup>, FEROPA<sup>2</sup> i eksperti pozvani izravno od strane sekretarijata<sup>3</sup>.

Materijal je raspoređen na slijedeća poglavlja:

#### I Ekonomski vidovi proizvodnje:

1. Snabdjevanje industrija vlaknatice i iverica sirovinom:
  - a) Izbor različitih vrsti sirovina.
  - b) Tendencije cijena sirovina.
  - c) Razvoji u konkurenciji za sirovinom.

#### II Ekonomski vidovi upotrebe:

1. Statistički zastoj i analiza smjerova kretanja.

<sup>1</sup> Evropska federacija sindikata proizvođača ploča iverica;

<sup>2</sup> Evropska federacija sindikata proizvođača ploča vlaknatice;

<sup>3</sup> Inž. Stajduhar bio je pozvan kao ekspert.



2. Današnja primjena standardnih tipova ploča.
3. Današnja primjena specijalnih tipova ploča.

### III Trgovina i tendencije u ponudi i potražnji:

1. Današnja situacija s obzirom na izravnjanje ponude i potražnje.
2. Tipovi evropske trgovine.
3. Današnje i buduće izravnjanje ponude i potražnje kod iverica.
4. Putevi za unapređenje razmjene tehničkih i ekonomskih informacija.

Cio materijal je prikazan u pojedinostima u referata čiji su autori i naslovi ovi:

1. A. Fischer:  
Upotreba iverica u proizvodnji pokućstva
2. H. Monroccq:  
Vlaknatice i iverice u poljoprivrednom građevinarstvu u Francuskoj
3. K. Bengtson:  
Pregled tržišta vlaknatica u Švedskoj
4. K. Bengston:  
Upotreba vlaknatica u Švedskoj
5. K. Eisner:  
Uticajni faktori na proizvodne troškove iverica u Čehoslovačkoj
6. D. Chaumet:  
Studija o današnjem i budućem izravnavanju ponude i potražnje kod iverica, te učinaka zbog moguće hiperprodukcije
7. J. Korselt:  
Stanje ponude i potražnje vlaknatica u Zapadnoj Evropi
8. G. Loefgren:  
Putevi evropske trgovine
9. N. Dumitrescu:  
Današnja primjena iverica i mogućnosti proširenja njihove upotrebe na nova područja, a naročito u proizvodnji namještaja
10. H. Palmberg:  
Upotreba iverica u građevinskoj industriji u Finskoj
11. H. Suter:  
Sredstva za unapređenje izmjene tehničkih i ekonomskih informacija u upotrebi vlaknatica.
12. M. Köbisich:  
Statistički zastoji i analiza kretanja u sektorima potrošnje poznatih tipova iverica i njihove finalne upotrebe
13. A. Köstlin:  
Upotreba vlaknatica i iverica u poljoprivrednom građevinarstvu
14. A. Zabrodkin:  
Utjecaj različitih tipova veziva na cijenu iverica
15. x x x:  
Ekonomski pregledi pri upotrebi vlaknatica i iverica u Čehoslovačkoj
16. A. Oberlein:  
Upotreba ploča iverica s oplemenjenim licima, njihova svojstva i daljnja prerada, te mogućnost proširenja njihovog korištenja
17. K. Eisner:  
Snabdjevanje industrija vlaknatica i iverica sirovinom u Čehoslovačkoj
18. P. Dufour:  
Tendencija cijena sirovina, naročito u odnosu na cjelokupne proizvodne troškove i vrijednost finalnog proizvoda

19. x x x:  
Ekonomski aspekti upotrebe vlaknatica i iverica u Poljskoj (1955—1975.)
20. F. Štajduhar:  
Ekonomska usporedba proizvodnje šperploča, vlaknatica i iverica u Jugoslaviji
21. x x x:  
Upotreba vlaknatica i iverica u građevinarstvu
22. J. H. Jaudon:  
Razvoji u konkurenciji za sirovinom između industrija ploča i drugih upotrebljujući drveni i nedrvni vlaknasti materijal
23. x x x:  
Upotreba iverica za proizvodnju pokućstva u Rumunjskoj.

Kako se već iz naslova referata može razabrati, pitanja ekonomskih aspekata proizvodnje i upotrebe ploča vlaknatica i iverica prodiskutirana su na ovom kolokviju vrlo iscrpno. No prije nego što iznesemo zaključke i sugestije samog Kolokvija, osvrnut ćemo se na neke referate, koji su bliski našim problemima.

To su u prvom redu područja primjene i upotrebe ploča, tj. njihovo proširenje, kako bi se ovi novi proizvodi plasirali u većoj mjeri i kako bi se omogućilo korištenje postojećih kapaciteta. Dva su glavna područja u koja prodiru ploče: industrija pokućstva i građevinarstvo.

Referati br. 1, 12, 15, 21. i 23 upućuju na primjenu ploča u industriji pokućstva, a referati br. 2, 4, 10, 12, 13, 15, 16 i 21 govore o upotrebi ploča u građevinarstvu za: stropove, podove, stijene, krovove i cijele montažne kuće, te objekte poljoprivrednog građevinarstva. Vidi se, prema tome, da su domene upotrebe dvaju različitih karaktera, pa se prema njima moraju i proizvoditi, tj. ploče, a priori podesiti. To se tiče jednako veličina ploča kao i njihovih fizičko-mehaničkih svojstva, te izgleda površina.

Interesantna je činjenica, da se u Francuskoj očekuje prodor ploča u 2.000.000 seljačkih domova, koje treba održati renoviranjem s pločama. Nadalje se tamo predviđaju i farmerski objekti za stoku, za namirnice i silose iz ploča. U Švedskoj je primjena vlaknatica u građevinarstvu vrlo raširena. Naročito povoljno se razvija upotreba iverica u građevinarstvu u Finskoj.

Prema jednoj približnoj procjeni primjena iverica po područjima i granama pokazuje već danas ovakvu sliku:

Zemlja	Učešće u %		
	pokućstvo	građevinarstvo	ostalo
Austrija	75	20	5
Danska	35	60	—
Finska	17	76	7
Francuska	40	48	12
Norveška	20	70	10
Zap. Njemačka	52	35	14
Engleska	60	40	—
Švedska	44	42	14

Iz tabele proizlazi, da upotreba iverica za građevinarske svrhe raste te već danas čini u nekim zemljama znatan ili pretežan dio. Tu je jasno uključena uz proizvodnju vrata i cijelih montažnih kuća i ugradnja ploča prilikom renoviranja starijih neestetskih i nehigijenskih zgrada. Pod »ostalo« uvrštena je primjena za gradnju prometala (vagona, automobila i sl.), za poljoprivredne objekte (šupe, staje, silose i dr.), za brodogradnju itd.

I našu težnju baš na području iverica treba usmjeravati što više na građevinarstvo, naročito onih ploča, koje su po svojim svojstvima predestinirane za to. (na pr. Okal-ploče). Imamo naime veliku mogućnost proizvodnje (mnogo novih kapaciteta), a da nije skoro ništa učinjeno na pripremi potrošača za primjenu ovih ploča.

U prihvaćenom nacrtu izvještaja i zaključaka na Kolokviju sažeta je cijela materija u ovim mislima:

Iako su u ekonomici Evrope u sektoru šumskih i drvnih proizvoda vlaknatice i iverice srazmjerno novijeg datuma, to im je ipak razvoj bio vrlo rapidan. Industrijski razvijeni dijelovi Evrope igrali su značajnu ulogu u njihovom razvoju, proizvodnji, trgovini i primjeni. U ranijem izdanom djelu: »Pregled proizvodnje, potrošnje i trgovine ploča vlaknatice i iverica u Evropi« (»Survey of the production, consumption and trade of fibreboard and particle board in Europe« — Geneve- March 1962. — izdanje FAO/ECE) zacrtan je slijedeći razvoj u pločama:

a) vlaknatice	u 1.000 t			
Godine:	1960.	1965.	1970.	1975.
Evropa ukupno:	1737	2470		
SSSR	214	950		
Kanada	221	—		
USA	1662	1964	2220	2475
Samo FNRJ	35	115	213	286
„ CSR	37	87	—	212
„ Poljska	104	210	320	400
b) Iverice	u 1.000 t			
Evropa ukupno:	1226	3000		
SSSR	98	2190		
Kanada	94	—		
USA	317	615	901	1186
Samo FNRJ	5,2	106	190	254
„ CSR	22	122	—	300
„ Poljska	18	112	219	312

Opće je mišljenje Kolokvija, da će proizvodnja i potrošnja i vlaknatice i iverica nastaviti s porastom, što znači, da će i potrošnja sirovine za ove ploče u istom omjeru porasti.

Među sirovinama predominantno će ostati drvo, a u Evropi se očekuje u periodu od 1960—1965. porast potrošnje sirovine od 5—6 miliona m<sup>3</sup>. Pozderi lana i konoplje danas su praktično jedina nedrvna sirovina.

Gdje ista drvena sirovina može biti upotrebljena i u industriji papira, doći će do porasta cijena sirovina zbog konkurencije. Radi toga su industrije ploča zainteresirane za korištenje ne samo četinara, već i listača, štovise i tankog materijala ispod standardnih mjera. U ekonomskom pogledu tanjež poskupljuje za 40% troškove izrade i izvoza, a u samom procesu ploča troškovi su za 20—40% viši nego kod normalnog sortimenta sirovine.

Korištenje sirovine, koje u Evropi godišnje napadne približno 15 miliona m<sup>3</sup>, potencijalno bi moglo povećati proizvodnju bazu za ploče.

S obzirom na tendenciju korištenja drva ispod standardnih mjera (tanjež, granjevina i sl.) kao i korištenja piljevine za ploče zaključeno je:

a) da se ubrzaju istraživanja racionalnijih metoda izrade i transporta nestandardnog drva u nacionalnim razmjerima i da se intenzivira internacionalna kooperacija na tom polju;

b) da se isto tako vrše istraživanja na racionalizaciji proizvodnih procesa za sve kategorije manje vrijedne drvene sirovine, uključivo i za piljevinu, u svrhu proizvodnje ploča, a naročito iverica.

Drvo kao sirovina čini danas 90%, dok je svega 10% nedrvne sirovine. U grubim razmjerima 50% je šumsko drvo, a 50% su drvni industrijski otpaci.

Najvažnija komponenta u proizvodnim troškovima kod iverica su ljepila, što iznosi 1/4—1/3 svih troškova. Ostale sirovine: drvo, pozder, piljevina i dr. ne vrše tako jak utjecaj na formiranje troškova kao prvo spomenuta ljepila. Predviđa se porast cijene rada, ali taj će se uvijek moći kompenzirati mehanizacijom i automatizacijom kod obih vrsta ploča.

Kod potrošnje vlaknatice po glavi količine se vrlo mijenjaju iz zemlje u zemlju, no težnja je svuda za porastom potrošnje. Ovome pogađuje znatno primjenljivost vlaknatice u građevinarske svrhe, naročito za gospodarske objekte kao šupe za strojeve, staje, kokošinjce, silose i dr. Isto tako kod renoviranja i asanacija starih i dotrajalih kuća troše se vlaknatice zbog tehničkih prednosti i jeftinoće sve više i više. Sve ovo zahtijeva i proširenje asortimana vlaknatice za pojedine svrhe, tako da se za svaku upotrebu uzme odgovarajući tip ploče.

Iverice su našle veliku primjenu u industriji pokućstva, kako zbog svojih dobrih svojstava postojanosti i pravnosti, tako i zbog nižih cijena od panel-ploča i šperovanog drva. Značajan je i prodor iverica u građevinarstvo, pa se baš institutima za istraživanja stavlja na dužnost, da prodube metode primjene iverica kod gradnje seljačkih kuća, farmerskih objekata i skladišta za različite agrarne proizvode, kao i proizvodnju montažnih kuća i montažnih elemenata u obliku sandwich-ploča za konstrukcije.



Nadalje jedno manje područje zauzimaju oplemenjene iverice naročito kod gradnje prometala i brodogradnje. Oplemenjenja se vrše raznim obojenim i neobojenim impregniranim papirima, kao i prekrivanjem s termoplastičnim listovima, kao na pr. tvrdim PVC za potrebe kućanstva i bolničkog namještaja. Najotpornije ploče za specijalne svrhe oblažu se plastičnim laminatima. Kod izvjesnih ugradnji važna je i naročita zaštita protiv vatre bilo impregnacijom iverica ili stvaranjem sandwich-ploča.

Situacija na tržištu i kretanje ponude i potražnje može se okarakterizirati kako slijedi:

#### a) Za vlaknaticе

Potrošnja i proizvodnja vlaknatica u Evropi u prošloj dekadi se više nego udvostručila. U zapadnim državama, gdje je porast bio najveći, može se uočiti da su kapaciteti prošireni više nego proizvodnja i potrošnja. Postoji dakle višak u kapacitetima. To je dovelo do vrlo oštре konkurencije na tržištima Zapadne Evrope, što se odrazilo u padu cijena, koje su u nekim slučajevima pale na predratni nivo.

Po dokumentaciji i diskusiji vidjelo se, da sniženje cijena nije postiglo željeni efekt — povišenje potrošnje. Naprotiv, niske cijene nisu potakle uvoznike i distributere da trguju vlaknaticama i održavaju odgovarajuće zalihe. Oni daju prednost trgovanju s takvim konkurentnim pločastim materijalima, koji imaju stabilne cijene ili su im cijene u porastu. Nadalje niske cijene prisilile su industrije vlaknatica, da reduciraju propagiranja, istraživanja i daljnji razvoj. U nekim slučajevima proizvođači su bili prisiljeni da reduciraju kvalitetu, kako bi osigurali svoj dobitak. To opet umanjuje reputaciju vlaknatica, pa je tako nastala bezizlazna situacija.

U Istočnoj Evropi, gdje potražnja nadmašuje domaću proizvodnju, planirana su povećanja tako, da će ih interna potreba apsorbirati.

Nordijske zemlje izvoznice izvozile su vlaknaticе u kontinentalnu Zapadnu Evropu i Ujedinjeno Kaljevstvo. Dok se u ovom posljednjem vidi slabi porast, u mnogim zemljama Zapadne Evrope uvoz je osjetno porastao. No i u tim

zemljama, sa srednjim utroškom vlaknatica po glavi, u zadnje vrijeme proširili su se i kapaciteti.

Mogućnost izvoza iz Evrope na prekomorska tržišta zbog ostale konkurencije ne obećava mnogo.

#### b) Iverice

Iako je evropska industrija iverica razmjerno mlada, ipak joj je ekspanzija iza rata bila tako rapidna, da se 1962. g. po proizvodnji i potrošnji približila onoj od vlaknatica. Zbog svojih ekonomskih prednosti pri upotrebi u industriji pokućstva i u građevinarstvu svakako se predviđa još znatna ekspanzija. Međutim, neki učesnici sumnjaju, da će potražnja u Zapadnoj Evropi moći tako brzo slijediti ekspanziju kapaciteta, kao što je to bio slučaj s vlaknaticama.

U manjem broju Zapadno-evropskih zemalja pojavila se superprodukcija iverica, što je dovelo do akumuliranja zaliha i pada cijena. Da bi se izbjegla opasnost viška kapaciteta, podvučeno je, da prije svake odluke o proširenju kapaciteta treba ispitati stanje tržišta.

Naglašeno je, da je internacionalna trgovina ivericama ograničena samo na specijalne tipove ploča, jer čak i drvom deficitarne zemlje imaju instalirane tvornice za snabdjevanje domaćeg tržišta.

Očekuje se, da će u narednim godinama doći do još jače konkurencije ovih ploča kako na domaćim, tako i na eksportnim tržištima. Izražena je nada, da bi se podukom iz industrije vlaknatica mogle poduzeti mjere za izravnanje proizvodnje i potražnje.

Kolokvij u zaključcima posebno naglašuje:

- 1.— potrebu za izmjenу ekonomskih i tehničkih informacija, kao i statističkih podataka o alimentaciji sirovinama, proizvodnji i upotrebi;
- 2.— potrebu intenzivnijih istraživanja u pogledu proširenja na polju primjene i
- 3.— potrebu produbljenja saradnje na nacionalnom i internacionalnom nivou na racionalizaciji proizvodnje i upotrebi vlaknatica i iverica.

## IVERICE IZ TRIJU AFRIČKIH VRSTI DRVETA

### Uvod

Republika Mali dostavila je Institutu za drvno-industrijska istraživanja u Zagrebu vrste drveta, s kojima najviše raspolaže, u svrhu ispitivanja njihove upotrebljivosti za proizvodnju ploča iverica. Radilo se o tri vrste i to:

**Daniellia Oliveri** iz porodice Leguminosae i **Bombax Costatum** iz porodice Bombacaceae, kao autohtone vrste, te **Cassia Siamea** iz porodice Leguminosae, kao plantažirane vrste.

Materijal za ispitivanje stigao je avionom u obliku tri trupčica pod korom slijedećih karakteristika:

Vrsta drva:	Težina kg	Srednji promjer cm	Debljina kore cm
Daniellia Oliv.	64	22,1	0,8
Bombax Cost.	43	18,8	1,8
Cassia Siam.	48	22,2	0,3

Drvo je bilo vrlo sirovo, naročito Daniellia i Bombax, koji su sadržavali oko 100% vode. Da bi se trupčici brže osušili, odnosno, da bi

Vrst drva	Težina u prosušenom stanju s oko 12% vlage g/cm <sup>3</sup>	Težina u apsolutno suhom stanju (v=0%) g/cm <sup>3</sup>	Stvarno ustanovljena vlaga %
Daniellia Oliv.	0,424 ... 0,502 ... 0,586	0,391 ... 0,466 ... 0,524	11
Bombax Cost.	0,386 ... 0,437 ... 0,471	0,360 ... 0,389 ... 0,413	12,5
Cassia Siam.	0,636 ... 0,746 ... 0,813	0,624 ... 0,663 ... 0,730	12,5

Kao što se vidi, najlakše je drvo Bombax-a (0,389 g/cm<sup>3</sup>), a zatim drvo Danielliae (0,466 g/cm<sup>3</sup>), dok je drvo Cassiae teško (0,663 g/cm<sup>3</sup>). Ovo je već dalo naslutiti, da će prve dvije vrste drveta: Daniellia i Bombax biti podesnije od Cassiae za proizvodnju iverica, kako to evidentno proizlazi i iz poznatih odnosa između vitkosti i volumne težine izvornog drveta (W. Klaudivitz).

Stepen vitkosti definiran je odnosom dužine ivera spram njegove debljine, tj.

$$\text{Stepen vitkosti } L/DT = \frac{\text{dužina ivera (mm)}}{\text{debljina ivera (mm)}} \quad \text{I}$$

Kako su mehaničke čvrstoće po iskustvu izravno proporcionalne težini upotrijebljene vrsti drveta, to postoji i ovaj odnos:

$$\text{Step. vitkosti } L/DT = \frac{\text{dužina ivera}}{\text{deblj. ivera (mm) x vol. tež. } t_0 \text{ (g/cm}^3\text{)}} \quad \text{II}$$

### Morfološke karakteristike ivera

Vrst drva	Dužina			Vol. težina T <sub>0</sub> g/cm <sup>3</sup>	L/D	Stepen vitkosti	
	L mm	D mm	Š mm			L/DT <sub>0</sub>	L/S
1. Smreka	10	0,2	6	0,43	50	116	1,7
2. Bombax	10	0,2	6	0,39	50	128	1,7
3. Daniellia	10	0,2	6	0,47	50	106	1,7
4. Cassia	10	0,2	6	0,66	50	76	1,7
5. Smreka	30	0,3	10	0,43	100	233	3,0
6. Bombax	30	0,3	10	0,39	100	265	3,0
7. Daniellia	30	0,3	10	0,47	100	213	3,0
8. Cassia	30	0,3	10	0,66	100	152	3,0

im se smanjio sadržaj vlage i tako spriječilo kvarenje drva zagušivanjem, trupčici su rascijepljeni i drvo ostavljeno da se prirodno isuši. Zapaženo je odmah, da je kod Danielliae ipak već 1/3 trupčica bila zahvaćena dekoloracijom, a kod Bombax-a samo do dubine od 10 cm s oba čela. Cassia nije pokazivala nikakvih promjena.

### Teoretske postavke

Budući da je iver nosilac svojstava svake iverice, to treba dati prvenstveno i karakteristike ivera za pojedinu vrstu drveta.

Prije vršenja samih proba u cilju pravljenja ploča i njihovog ispitivanja otpiljeni su koluti i izrađene epruvete od svake vrsti drveta u prizmama dimenzija: 3 x 3 x 2 cm<sup>3</sup> radi ustanovljenja volumne težine izvornog drveta. Probe su volumetrirane i vagane u prosušenom stanju (v = 12%), a zatim sušene u termostatu kod 103 ± 2°C do konstantne težine, te vagane i volumetrirane u apsolutno suhom stanju. Ustanovljene su slijedeće volumne težine:

Prema formuli I za dužinu ivera 10 mm i debljinu 0,2 mm proizlazi stepen vitkosti:

$$\text{Stepen vitkosti} = \frac{10 \text{ mm}}{0,2 \text{ mm}} = 50$$

odnosno za dužinu ivera 30 mm i debljinu 0,3 mm:

$$\text{Stepen vitkosti} = \frac{30 \text{ mm}}{0,3 \text{ mm}} = 100$$

To su dva slučaja za kasnije proizvedene iverice, tj. za fine i grube iverice.

Uvrste li se ove vrijednosti u formulu II kao i stvarne volumne težine ispitivanih vrsta te smreke kao standardne vrste iverica, dolazi se do slijedećih rezultata:

Kao što se vidi, uz zadržavanje jednakih dimenzija ivera sve manji je kvocijent stepena vitkosti u poretku:

	Bombax	Smreka	Daniellia	Cassia
a)	128	116	106	76
b)	265	233	213	152

Ova je kvalitetna razlika još uočljivija, ako se usporede površine ivera dobivene iz 100 g apsolutno suhog drva za sve vrste u oba slučaja.

**Površina ivera u m<sup>2</sup> iz 100 g aps. suhog drva**

Debljina ivera mm	Vrst drva: Bombax Smreka Daniellia Cassia			
	Težina aps. suhog drva g/cm <sup>3</sup>	0,39	0,43	0,47
0,2	2,56	2,33	2,12	1,53
0,3	1,71	1,55	1,42	1,01

Ovo je izračunano po formuli W. Klau-ditza.

Površina ivera (m<sup>2</sup> za 100 g aps. suh. drva) =

Postoji i konstantni odnos:

Površina ivera (m<sup>2</sup> u 100 g drva) x Kol. nanosa ljepila (g po 1 m<sup>2</sup> površine ivera) = K.....V.

npr. 2,56 m<sup>2</sup> x 3,12 g/m<sup>2</sup> = 7,99 = 8 g kod Bombax-a od 0,2 mm  
1,01 m<sup>2</sup> x 7,92 g/m<sup>2</sup> = 7,999 = 8 g kod Cassiae od 0,3 mm

Računajući samo na ovaj konstantni odnos (formula V), moglo bi se očekivati, da je čvrstoća povezanosti neovisna o debljini ivera kao i o težini vrste drveta kod jednakog utroška ljepila. To međutim nije tako, jer specifična čvrstoća ljepila u odnosu na debljinu sloja ljepila ne raste. Proizlazi, dakle, da je za čvrstoću odlučna veća površina ivera s tanjim slojem ljepila, nego manja površina debljih ivera s debljim slojem ljepila za istu težinsku količinu ivera.

Prema izloženom prednost leži u iverima iz lakih vrsti drveta, koje u istoj težinskoj količini i debljini ivera imaju više kontaktne površine za lijepljenje.

0,2

III

$t_0 \text{ (g/cm}^3\text{)} \cdot d \text{ (mm)}$

gdje je:  $t_0$  = volumna težina apsolutno suhog drva u g/cm<sup>3</sup>,

$d$  = debljina ivera u mm.

Tu postoji zakonitost, da je površina ivera iz 100 g drva obratno proporcionalna težini vrste

drva, tj. što je vrsta drva teža  $t_0$  se dobiva manja površina ivera za istu debljinu proizvedenog ivera.

Količina ljepila, koja dospijeva na površinu ivera kod različitih vrsti drva, može se izračunati po formuli W. Klau-ditza:

$$\text{Količina ljepila na površini (g smole na m}^2\text{ površine ivera)} = \frac{\text{Količina ljepila (g na 100 g suhog drva)} \times \text{Vol. tež. drva } t_0 \text{ (g/cm}^3\text{)} \times \text{Debljina ivera (mm)}}{0,2}$$

IV

U našem slučaju uz upotrebu 8 g krute smole na 100 g apsolutno suhog drva na m<sup>2</sup> površine ivera dolazi krute smole u g:

**Priprema ivera**

Iveranje sve tri vrste drveta izvršeno je na iveračima jedne tvornice (»Brest«, Cerknica) i to odvojeno za fine i za grube ivera. Fini iveri su homogenizirani još i meljavom u mlinu s udarnim križem.

Pripremljeni iveri osušeni su zatim na 5% vlage.

Dimenzije ivera kretale su se u prosjeku u ovim dimenzijama :

Debljina ivera mm	Vrst drva: Bombax Smreka Daniellia Cassia			
	Težina aps. suhog drva g/cm <sup>3</sup>	0,39	0,43	0,47
0,2	3,12	3,44	3,76	0,66
0,3	4,69	5,16	5,64	7,92

	debljina	dužina	širina
grubi iveri mm	0,2 - 0,3 - 0,42	28 - 30 - 32	5 - 10 - 15
fini iveri mm	0,1 - 0,2 - 0,25	3 - 10 - 20	4 - 6 - 10



Morfološke karakteristike ivera pojedine vrste drveta prikazane su uvodno.

### Upotrebijene kemikalije

Naročito klimatski uvjeti Mali-a, gde uz suho razdoblje dolazi i do vrlo vlažnog razdoblja s 80 i više posto relativne vlage u zraku, a priori su ograničavali upotrebu u Evropi uobičajenog urea-formaldehidnog ljepila. Osim toga opasnostima napadaja bakterija, truleži i termita valjalo je suprostaviti odgovarajuću zaštitu.

Za tropske prilike sigurnije je dakle fenol — formaldehidno ljepilo, koje ima ova svojstva:

Ima veliku čvrstoću vezanja i otporno je na hladnu i toplu vodu.

Vrlo je otporno na ciklus vlažnosti (navlaživanja — sušenja).

Otporno je na ekstreme temperature i vlage.

Opire se napadajima bakterija, truleži i termita.

Probne ploče su stoga vezane s fenol-formaldehidnim ljepilom, a samo neke zbog usporedbe s uobičajenim urea-formaldehidnim ljepilom.

Osim veznih sredstava radi pojačanja djelovanja odbojnosti na vlagu dodavana je i parafinska emulzija.

Protiv eventualnih napada gljiva i termita iverima je dodan i pentaklorfenol.

U tabeli I — prikazani su odnosi kemikalija u svakoj probnoj ploči. Za krutu smolu i

pentaklorfenol kao baza uzeta je težina apsolutno suhiv ivera, a kruti parafin izražen je u postotku od dodane količine krute smole. Kod miješanih ivera smjesa je dana u težinskim dijelovima, na pr. Bombax (8), Daniellia (2).

Sadržaj u smjesi ivera i kemikalija izračunan je teoretski, a u nekim slučajevima kontroliran i sušenjem u termostatu.

### Proizvodnja probnih ploča

Nanošenje ljepila na iveru obavljalo se u laboratorijskom bubnju, koji je s iverima rotirao, a na ove se vršilo raspršivanje ljepila s pomoću pištolja spojenog s kompresorom.

Formiranje odnosno natresanje ljepilom ovlazjenih ivera u kalup vršilo se ručno uz ravnje s drvenom gladilicom. Kalup je davao format 40 × 40 cm<sup>2</sup>. Prešanje se obavljalo u laboratorijskoj preši koja se grijala parom. Temperature kod prešanja varirale su u granicama od 125—140° C, prema čemu su se i vremenski ciklusi pojedine ploče mijenjali od 15—25 min. Specifični pritisak u prosjeku kretao se između 16—22 kg/cm<sup>2</sup>.

### Ispitivanje fizičko-mehaničkih svojstava uzoraka

Uzorci za ispitivanje ispljeni su iz slijedećih ploča: 1—7 i 9—11.— Sama ispitivanja vršena su prema:

- 1) DIN 52.360 — za mjerenje debljine i određivanje težine
- 2) DIN 52.361 — za određivanje sadržaja vlage i bubrenja u debljini
- 3) DIN 52.362 — za čvrstoću na savijanje
- 4) DIN 52.364 kao prijedlog — za čvrstoću raslojavanja
- 5) Uputstva Instituta za drvena istraživanja u Braunschweigu —
  - a) za sposobnost držanja čavala,
  - b) za sposobnost držanja vijaka.

#### a) Mjerenje debljine

Debljine su mjerene mikrometrom, a sve ploče svrstane su u dvije nominalne debljine 18/19 mm. Kasnije ploče, koje nisu raspiljene u epruvete, izbrušene su na trovaljčanoj brusilici na jednaku debljinu.

#### b) Volumna težina

Ploče su rađene za kategoriju srednje teških iverica (0,400 — 0,800 g/cm<sup>3</sup>) odnosno za kvalitetne stolarske iverice težine 0,580 — 0,650 g/cm<sup>2</sup> sa 8% vlage.

Orientaciono ispitane ploče za gornju i donju granicu imale su volumne težine u g/cm.

Tabela I — Odnosi apsolutno suhiv ivera i kemikalija

Oznaka ploče	Vrst ivera	Odnosi u postocima						
		Broj slojeva	Urea form.	Fenol. form.	Penta-klorfen.	Paraf. kruti	Sadržaj vode u smjesi iverica i ljepila	
1 Daniellia fini		1	8	—	—	—	ca. 12	
2 Daniellia fini		1	—	8	—	—	ca. 12	
3 Daniellia krupni		1	—	—	—	—	ca. 10	
4 Daniellia krupni		1	8	—	—	—	ca. 10	
5 Daniellia fini		2	—	11	—	—	ca. 13	
6 Cassia krupni		1	—	8	—	—	ca. 10,6	
6 Cassia fini		2	—	11	—	—	ca. 13	
7 Bombax krupni		1	—	8	—	—	ca. 10	
7 Bombax fini		2	—	11	—	—	ca. 11	
8 Daniellia krupni		1	—	8	—	—	ca. 9,5	
8 Daniellia fini		1	—	8	2	(5)	ca. 12,5	
9 Cassia fini		1	—	8	2	(5)	ca. 12,5	
10 Daniellia fini		1	—	8	2	(5)	ca. 12,5	
11 Bombax fini		1	—	8	2	(5)	ca. 14,4	
12 Daniellia mješani		1	—	8	2	(5)	ca. 14,4	
13 Cassia mješani		1	—	8	2	(5)	ca. 14,4	
14 Cassia mješani		1	—	8	2	(5)	ca. 14,4	
15 Cassia fini		1	—	8	2	(5)	ca. 14,4	
16 Bombax (8) i Daniellia (2) fini		1	—	8	2	(5)	ca. 14,4	
17 Daniellia fini		1	—	8	2	(5)	ca. 14,4	
18 Cassia fini		1	—	8	2	(5)	ca. 14,4	
19 Cassia fini		1	—	8	2	(5)	ca. 14,4	
20 Cassia fini		1	—	8	2	(5)	ca. 14,4	
21 Daniellia (8) i Cassia (2) fini		1	—	8	2	(5)	ca. 14,4	

Oznaka	Vrst drva	Sadržaj vlage		Kategorija
		0%	8%	
5 Daniellia		0,534	0,577	
6 Cassia		0,533	0,576	
7 Bombax		0,532	0,575	0,580
9 Cassia		0,613	0,662	
10 Daniellia		0,623	0,673	
11 Bombax		0,596	0,644	0,650

Ispitano je 20 komada epruveta.

#### c) Čvrstoća na savijanje

Čvrstoća na savijanje ispitivana je na univerzalnom stroju za drvo fa. Amsler u našem Institutu.

Ispitano je 30 epruveta, a prosjeci rezultata prikazani su u tabeli II (Pregled rezultata ispitanih iverica).

U dvjema izabranim grupama predstavnika za kategorije od 0,580 i 0,650 g/cm<sup>3</sup> teških iverica rezultati su bili:

Oznaka	Vrsta drva	Granice čvrstoće na savijanje kg/cm <sup>2</sup>
5	Daniellja	150 ... 168 ... 184
6	Cassia	101 ... 116 ... 127
7	Bombax	121 ... 135 ... 135
9	Cassia	243 ... 248 ... 254
10	Daniellia	246 ... 272 ... 287
11	Bombax	254 ... 272 ... 284

Kako je norma za standardne iverice iz smrekovine 150—250 kg/cm<sup>2</sup> za ploče 13—19 mm debljine, to se vidi, da su Daniellia i Bombax vrlo dobre, a Cassia je upotrebljiva kao sirovina za iverice.

Ispitano je 30 epruveta.

#### d) Čvrstoća raslojavanja

Čvrstoća raslojavanja odnosno čvrstoća na vlak u poprečnom smjeru za komparirane predstavnike pokazuje:

Oznaka	Vrst drva	Granica čvrstoće raslojavanja kg/cm <sup>2</sup>
5	Daniellia	1,59 ... 2,87 ... 3,82
6	Cassia	2,17 ... 2,52 ... 2,88
7	Bombax	2,32 ... 3,47 ... 4,25
9	Cassia	1,44 ... 2,91 ... 4,44
10	Daniellia	8,20 ... 8,77 ... 9,24
11	Bombax	6,16 ... 7,50 ... 8,23

Ispitivanja su vršena s posebnim uređajem na univerzalnom stroju za ispitivanje.

Evidentno je da i ovdje vrste Daniellia i Bombax imaju bolje rezultate od Cassiae, a norma za smrekove iverice iznosi 3,0 — 6,0 kg/cm<sup>2</sup>.

Ispitanih epruveta bilo je 30 komada.

#### e) Sposobnost držanja čavala

Okomito na površinu ploča sposobnost je ustanovljena s čavlom 31/70 DIN 1151 B, a paralelno s površinom ploča s čavlom 22/45 DIN 1151 B.

Rezultati uspoređenih ploča bili su:

Oznaka	Vrsta drva	Granice sposobnosti u kg/cm <sup>2</sup> u okomitom smjeru	u paralelnom smjeru
5	Daniellia	23 ... 25 ... 26	7 ... 10 ... 11
6	Cassia	13 ... 21 ... 28	5 ... 5 ... 6
7	Bombax	12 ... 15 ... 20	6 ... 7 ... 8
9	Cassia	19 ... 21 ... 22	5 ... 6 ... —
10	Daniellia	32 ... 38 ... 48	11 ... 25 ... 35
11	Bombax	30 ... 35 ... 40	12 ... 22 ... 25

Ispitivanje je vršeno naročitim uređajem na Amslerovom univerzalnom stroju.

Za najkvalitetnije smrekove iverice sposobnosti držanja čavala iznose 24—36 kg/cm<sup>2</sup>, odnosno u paralelnom smjeru 12—18 kg/cm<sup>2</sup>. Daniellia i Bombax u gušćim pločama iznad 0,580 kg/cm<sup>3</sup> to sigurno postižu, dok su ploče Cassiae i ovdje slabije.

Ispitano je 30 epruveta.

#### f) Sposobnost držanja vijaka

Za ustanovljivanje sposobnosti držanja vijaka upotrijebljen je vijak 4/40 DIN 96. Ispitivanje je vršeno specijalnim uređajem na Amslerovom univerzalnom stroju.

Uspoređeni rezultati dviju grupa ploča pokazuju:

Oznaka	Vrsta drva	Granice sposobnosti u kg/mm u okomitom smjeru		u paralel. smjeru
5	Daniel.	8,33 ...	9,37 ...	10,37
6	Cassia	4,55 ...	5,24 ...	6,10
7	Bombax	5,37 ...	5,58 ...	6,00
9	Cassia	5,97 ...	6,89 ...	7,80
10	Daniel.	11,22 ...	12,16 ...	13,74
11	Bombax	8,35 ...	10,55 ...	11,80
				2,77 ... 4,47 ... 5,77
				8,41 ... 9,20 ... 9,68
				5,27 ... 6,79 ... 7,77

Kod iverica iz smreke sposobnost držanja vijaka kreće se već prema gustoći ploče između 7—12 kg/mm, odnosno 3,5—6 kg/mm u paralelnom smjeru. Sve tri vrste postižu to u gušćim pločama.

Epruveta je bilo 30 komada.

#### g) Bubrenje ploča u vodi

Nakon potapanja epruveta u vodi kroz 24 h ustanovljeni su rezultati bubrenja u debljini kako slijedi u %:

Oznaka	Vrsta drva	Bez parafinske emulzije	Sa parafinskom emulzijom
5	Daniellia	16,1	—
6	Cassia	18,7	—
7	Bombax	19,4	—
9	Cassia	—	11,3
10	Daniellia	—	7,5
11	Bombax	—	3,4

Kako bubrenje smrekovih ploča bez parafinske emulzije kod potapanja kroz 24 sata u vodi iznosi 14—18%, a s parafinskom emulzijom 6—8%, vidi se da su gušće ploče Danielliae i Bombaxa i u tom pogledu ravne smrekovim.

Ispitano je 20 komada epruveta.

#### h) Bubrenje u vlažnom zraku

Bubrenje iverica zaštićenih parafinskom emulzijom u komori s 90% relativne vlage u uzduhu nakon 5 dana bilo je minimalno 1,2—1,6%, a nakon 10 dana 1,76 — 2,99%.

Uzeto je 12 komada epruveta.

Tabela 2.

## PREGLED REZULTATA ISPITANIH IVERICA

Oznaka	VRST DRVA	Debljina:		Volum. težine		Cvrstoća na savija- nje	Cvrstoća rasloja- vanja	Sposobnost držanja čavala		Sposobnost držanja vijaka		Bubrenje u debljini				
		nomin.	mjer. sred.	s 0%/ vlage	s 0%/ vlage			okom. paral.	okom. paral.	okom. paral.	okom. paral.	nakon potapan- ja 24 h	u 90% vlažnom zraku nakon 5 dana	u 90% vlažnom zraku nakon 10 dana	%	%
		mm	mm	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>2</sup>			kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/mm	kg/mm	%	%	%
1	Dan.	1	18	18,4	0,641	0,594	295	12,37	52	19	12,69	11,95	18,4	—	—	
2	Dan.	1	18	17,5	0,663	0,614	237	4,69	37	11	12,60	9,80	18,2	—	—	
3	Dan.	1	19	19,0	0,580	0,537	176	5,70	19	16	9,63	7,26	14,4	—	—	
4	Dan.	1	19	19,2	0,560	0,519	164	3,68	20	10	6,96	—	17,4	—	—	
5	Dan.	3	19	18,8	0,577	0,534	168	2,87	25	10	9,37	—	16,1	—	—	
6	Cass.	3	19	18,8	0,576	0,533	116	2,52	21	5	5,24	—	18,7	—	—	
7	Bom.	3	19	18,9	0,575	0,532	135	3,47	15	7	5,58	—	19,4	—	—	
8	Dan.	1	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9	Cass.	1	18	18,5	0,662	0,613	248	2,91	21	6	6,89	4,47	11,3	1,6	2,99	
10	Dan.	1	18	18,2	0,673	0,623	272	8,77	38	25	12,16	9,20	7,5	1,2	2,04	
11	Bom.	1	18	18,1	0,644	0,596	272	7,50	35	22	10,55	6,79	3,4	1,5	1,76	
12	Dan.	1	18	18,5	0,650	0,602	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13	Cass.	1	18	18,5	0,664	0,615	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14	Cass.	1	18	18,4	0,661	0,612	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	Cass.	1	18	18,4	0,663	0,614	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
16	Bom. + Dan.	1	18	18,3	0,638	0,591	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
17	Dan.	1	18	18,5	0,623	0,577	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
18	Cass.	1	19	18,7	0,612	0,567	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
19	Cass.	1	19	18,6	0,619	0,573	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20	Cass.	1	19	18,8	0,624	0,578	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
21	Dan. + Cass.	1	18	18,2	0,632	0,585	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

## KOMPARATIVNI REZULTATI I STANDARDNIH IVERICA

Smreka 1—3 18—19 500—700 150—250 3,0—6,5 24—36 12—18 7—12 3,5—6 5—18 6—12

LEGENDA: Dan. = Daniellia Oliveri  
Cass. = Cassia Siamea  
Bom. = Bombax Costatum

## Zaključak

Na temelju izvršenih proba i ispitivanja proizvedenih iverica iz triju afričkih vrsta drveta, naime: Danielliae Oliveri, Bombax Costatum-a i Cassiae Siameae, kojih su rezultati dani u preglednoj tabeli II može se zaključiti sljedeće:

Daniellia i Bombax spadaju u lake vrste drveta, pa je iveranje lako provodljivo, a iveri su tanki i plosnati, što je odlučno za kvalitet iverica. Cassia, kao teža vrst drveta, teže se ivera, pa su iveri više šljasti, a manje plosnati, što se odražava i u kvaliteti iverica.

Ploče proizvedene s fenolnim ljepilom i hidrofobizirane s parafinom u kategoriji gustoće od 0,580 — 0,650 g/cm<sup>3</sup> daju kod Bombax-a i Danielliae iverice odličnih svojstava, koje mogu služiti za unutrašnju upotrebu u zgradama (za stijene, stropove i slično), te za namještaj.

Ploče Cassiae, zbog poroznosti iverice iste težinske kategorije, zaostaju u kvaliteti iza prije spomenutih. Ipak, i to se drvo može kombinirano upotrijebiti kao sirovina za iverice, ako se miješa s iverima Danielliae ili Bombax-a.

Probe otpornosti protiv termita nisu se mogle kod nas ispitati, već će se to izvršiti u samom Mali-u.

## LITURATURA:

1. Dr KLAUDITZ W.: Untersuchungen über die Eignung von verschiedenen Holzarten, ins besondere von Rutbuchenholz zur Herstellung von Holzspanplatten — Institut für Holzforschung Braunschweig — Bericht 25/52.
2. A. A. CARLULE, L. B. Mc GEE, R. A. Mc LEAN: Wood Particle Board Handbook — Raleigh, North Carolina 1966.

## PARTICLE BOARD MADE FROM THREE AFRICAN WOOD SPECIES

In the Wood Research Institute in Zagreb three african wood species, namely: Daniellia Oliveri, Bombax Costatum and Cassia Siamea, from the Republic Mali were investigated as raw materials for particle board production. After chipping, the board samples with phenol-formaldehyd synthetic resin were made with the aim to test the ability to withstand the african climat conditions above all the high temperature and the humidity. Separatly to increase the resistance against the attack of bacteria, fungi and termites some pentachlorophenol (2%) was added.

From a number of board samples made in laboratory some boards were out in test — pieces and stored in the usually chamberclimat. After selection on the pieces were then tested by usual test methods on their physical and mechanical properties. Thickness, density, bending strength, cross-tensile strength, nail and screwholding ability, thickness swelling under water storage and in air storage with 90% of relat. humidity were tested. All average data are given in Table II.

The data were discussed and following conclusions could be made:

1. The lighter wood species: Daniellia Oliveri and Bombax Costatum are very good as raw materials for particle board production. Their samples have showed some better physical and mechanical properties then the european standardized spruce.

2. The third wood species: Cassia Siamea appeared less good, as heavier in density, nevertheless it could be used as raw material for core in three-layer particle board.



# LINEARNO PROGRAMIRANJE U DRVNO-INDUSTRIJSKIM PREDUZEĆIMA

## UVOD

U proizvodnji drvno-industriskih preduzeća, kao i u proizvodnji preduzeća ostalih privrednih delatnosti, prilikom postavljanja konkretnih zadataka često se susreću i takvi, koji se mogu rešiti na nekoliko ili čak i na mnogo načina. To znači, da za rešenje ovih zadataka postoji mogućnost mnogih alternativa, pa se postavlja pitanje, koji je od ovih načina ili koje je od ovih alternativnih rešenja nabolje, odnosno, koje je optimalno. U ovakve zadatke mogu se ubrojiti:

— izrada optimalnog plana kapitalnih ulaganja u vrstu proizvodnje koja se projektuje;

— izbor najoptimalnijeg mesta za lokaciju nekoga preduzeća ili fabrike;

— izbor optimalne varijante tehnološkog procesa;

— izbor optimalnog asortimana proizvoda;

— sastavljanje optimalnog plana prevoza istovrsnih tereta, odnosno sirovina i materijala, polu i gotovih proizvoda;

— određivanje optimalne visine ophodnje kod industriskih-plantažnih kultura drveća itd.

Alternativa se može odnositi ili na izbor sredstava pomoću kojih se može postići odgovarajući rezultat, gde bi, na primer, došli:

— izbor sirovina i materijala ili tehnološkog procesa za izradu određenih vrsta proizvoda;

— ili se alternativa može odnositi na izbor pravca delatnosti rešenjem pitanja, kakve proizvode treba izradivati, da bi se na najbolji način iskoristili sirovinski izvori ili sredstva za proizvodnju itd.

Optimalnost traženih rešenja može se kretati u dva pravca: dovođenjem ocenjivanog pokazatelja do maksimuma ili njegovim dovođenjem do minimuma.

Do **maksimuma** se dovode: proizvodnost, iskorišćavanje sredstava za proizvodnju, visina proizvodnje-produkcija, ukupan prihod, dohodak, čisti prihod itd.

Do **minimuma** treba težiti da se dovedu: utrošci radnog vremena, utrošci sirovina i materijala, transportne distance, troškovi proizvodnje itd.

To znači, da se optimalnost postiže ili **maksimizacijom**, odnosno postizanjem **maksimalnih rezultata** raspoloživim sredstvima ili **minimizacijom**, odnosno postizanjem određenih rezultata **minimalnim troškovima** ili sa **minimalnim ulaganjima**.

Optimalna rešenja u navedenim slučajevima se iznalaze linearnim programiranjem.

**Linearno programiranje** je jedan od metoda za iznalaženje optimalnih rešenja u **organiza-**

**cionim i ekonomskim** zadacima s alternativnim varijantama<sup>1</sup>.

Za linearno programiranje postoje još i drugi nazivi, kao: matematičko programiranje, optimalno programiranje, programiranje uzajamno zavisnih činilaca, analiza činilaca i analiza balansa troškova i izlaza produkcije (engl. »input-output«). Iako linearnost nije najbitnija crta linearnog programiranja, ipak se njime, odnosno na osnovu istih principa mišljenja, mogu rešavati i zadaci kod kojih se susreću i nelinearne zavisnosti. Stoga će se u ovome radu, umesto navedenih drugih naziva, zadržati naziv **linearno programiranje**, jer se ovaj naziv danas najviše primenjuje i jer on ima najpovoljniju perspektivu za opštu primenu.

Samo linearno programiranje je, opet, jedan od centralnih metoda operacionih istraživanja.

**Operaciona istraživanja** su došla do jačeg izražaja tek u toku drugog svetskog rata i naročito su olakšana s iznalaženjem automatskih elektronskih računskih mašina. Ove mašine su omogućile brze i pouzdane analize mnogobrojnih kombinacija i alternativa i otklonile važnije teškoće u iznalaženju optimalnih rešenja u slučajevima s mnogim alternativnim varijantama.

U stvarnosti operaciona istraživanja predstavljaju celokupnost metoda i tehničkih sredstava, koja se primenjuju u iznalaženju optimalnih rešenja u različitim oblastima ljudske delatnosti<sup>2</sup>.

U operacionim istraživanjima koriste se dostignuća raznih grana nauke, a među njima najviše matematike, statistike, biologije i fiziologije, pa je zbog toga kod ovih istraživanja potrebno učešće — u komplikovanijim i slože-

<sup>1</sup> Programiranje se naziva **linearnim** zbog toga, što se kod algebarskog rešavanja zadataka pomoću jednačina sve promenljive ( $x, y, z$  itd.) u jednačinama nalaze samo u **prvom stepenu**.

U grafičkoj predstavi, opet, ove se jednačine izražavaju samo **pravim linijama ili ravninama**. Prema tome, jednačenje prvog stepena je **linearno jednačenje**, a programiranje vršeno pomoću jednačina prvog stepena je **linearno programiranje**.

<sup>2</sup> Naziv »operaciona istraživanja« je vojnog porekla i odnosi se na istraživanja koja su bila povezana rešenjem pitanja strategije i taktike pri iskorištavanju oružja i obranbenih sredstava. Ona su u toku poslednjeg rata obuhvatila — pored ostalih — i ova glavnija istraživanja:

— kako optimalno da se iskoriste radari u saglasnosti sa celim sistemom protivavionske i protivrakete obrane;

— koliko aviona treba upotrebiti za bombardovanje određenih industrijskih objekata da bi se postigla optimalna razaranja;

— koliki je optimalni broj podmornica potreban za zaštitu određene obale;

— određivanje optimalnih maršrutnih prevoza u periodu velikog nedostatka u brodskoj tonazi itd.

nijim slučajevima i problemima — kolektiva **specijalista** različitih profesija — matematičara, elektrotehničara, fiziologa, statističara, ekonomista, organizatora itd., već prema tome, u kojim se naučnim oblastima vrše ova istraživanja i kakvi su specijalisti za ova istraživanja potrebni.

Operaciona istraživanja koriste i **metode modeliranja i analoga** i ne samo u prirodnim i tehničkim naukama, već i u oblasti društvenih, ekonomskih i organizacionih nauka, čime se stanje u ovim naukama iz temelja menja. Međutim, da bi se postavio dobar model, potrebno je savršeno poznavanje istraživane pojave, koje bazira na brižljivim posmatranjima i istraživanjima. Isto tako potrebno je i postojanje dovoljne količine statističkih podataka. Obim ovih podataka može se opet smanjiti savremenom metodom slučajnog izbora, koji pri manjem obimu posmatranja obezbeđuje dobivanje podataka dovoljnih za postizavanje pravilnog rešenja.

Kod postavljanja modela široko se koriste ove naučne discipline: logika, teorija statističkih rešenja, teorija verovatnosti i stohastičkih (slučajnih) procesa i teorija informacija, a u odnosu na analoge s automatskim regulisanjem koriste se i teorija veze i teorija servomehanizama, te kibernetika.

Modeliranje također treba da vrši kolektiv specijalista, koji savršeno poznaju matematiku, fiziku, statistiku i različite grane tehničkih, društvenih, ekonomskih i organizacionih nauka, već prema tome, iz koje se oblasti modeli koriste i za koju svrhu.

U linearnom programiranju, posebno, primenjuju se, pored statističkih metoda, još i simbolička logika, geometrija mnogostranih prostora, sistem linearnih jednačina, matrična izračunavanja, račun verovatnoće itd.

Linearno programiranje se najviše primenjuje u ekonomskim i organizacionim istraživanjima i predstavlja, ustvari, metod iznalaženja takve kombinacije uzajamnih činilaca, koji se između niza kombinacija pojavljuju kao najbolji. Iza svih mogućih kombinacija, koje zadovoljavaju određene kriterijume ili uslove dozvoljenosti, istražuju se posebno one, koje će, pored kriterijuma dozvoljenosti, zadovoljiti i određeni kriterijum optimalnosti.

U linearnom programiranju, pri izučavanju određenih zadataka, susreće se s tri vrste činilaca koji karakterišu: a) polazne elemente ili izvore radinosti, odnosno aktivnosti; b) rezultat delovanja odnosno aktivnosti i c) preobražaj izvora u proizvod.

**Polazni elementi** se ispoljavaju kao izvor, kao činioci proizvodnje, kao proizvodni kapacitet, kao potrošnja i kao troškovi (engl. input = ulog, ulaganje, proizvodna sredstva iskorišćena u preduzeću).

**Rezultat delovanja** se ispoljava kao produkcija, kao proizvodi, kao roba, kao izlaz (engl. output = produkcija, proizvodnja).

**Preobražaj** povezuje polazne elemente i rezultat aktivnosti i ispoljava se u preobražavanju izvora u proizvod, utroška u izlaz i ima obeležja kao proizvodni proces, kao tehnologija, kao delovanje, kao operacija.

Vrlo važne osobine činilaca u linearnom programiranju su njihova uzajamna zamenjivost, odnosno alternativnost i njihova brojna odnosno količinska ograničenost.

**Uzajamna zamenjivost činilaca** je mogućnost zamene jednoga činioca drugim, jer za rešenje zadataka postoje različite alternativne varijante u načinima korišćenja činioaca za postizanje željenog rezultata u proizvodnji, u korišćenju kapaciteta, u prevozu itd. Odnosno, željeni rezultat može se postići različitim načinima, no s tim, što ekonomski rezultat u svim slučajevima neće biti isti i maksimalan, već različit, zbog različitih utrošaka materijala, vremena, novčanih sredstava itd.

**Količinska ograničenost činilaca** je pravilo, ali nema apsolutni karakter i različita je u svakom datom slučaju, a rezultat je izmena u tehnologiji, u kapacitetima u pojedinim odeljenjima proizvodnje, u mogućnosti plasmana na tržištu, u cenama materijala i proizvoda na tržištu, u takmičenju itd. Sa svakom od navedenih izmena dobivaju se novi primeri s novim mogućim alternativama. S povećanjem broja činilaca raste i broj njihovih mogućih kombinacija, a u vezi s tim raste i broj mogućih alternativnih rešenja. Dok bi za rešenje zadatka pri malom broju činilaca bilo dovoljno prosto logično rasuđivanje, dotle, pri većem broju činilaca zadatak je nerešiv s primenom običnih metoda i obične tehnike izučavanja.

Kod malog broja činilaca tehnika linearnog programiranja nije složena, i, ako se postavi izvestan redosled izračunavanja, dovoljno je znanje osnovnih matematičkih operacija za izvršenje ovih izračunavanja. Pri većem broju činilaca, međutim, broj mogućih kombinacija postaje preterano velik, pa izračunavanja postaju teška i zamorna, a mogućnosti grešenja u izračunavanju postaju velike, pa je u ovakvim slučajevima celishodna upotreba računskih i naročito automatskih računskih mašina.

Zadaci linearnog programiranja mogu se rešavati raznim metodama, između kojih se danas najčešće primenjuju: grafički, algebarski, kompleksni, rasporedni, modificirani rasporedni i indeksni metod i metod proba i grešaka.

U ovome radu, zbog ograničenog prostora i vremena, prikazaće se u nekoliko nastavaka samo rasprostranjeniji metodi rešavanja zadataka iz oblasti linearnog programiranja.

## GRAFIČKI METOD LINEARNOG PROGRAMIRANJA

Na ovome mestu, iz pedagoških razloga, prikazaće se rešavanjem zadataka linearnog programiranja s jednostavnijim i manje složenim primerima iz oblasti drvene industrije. Pri tome će se koristiti postupno prilaženje od jednostavnijih ka složenijim rešenjima.

Najprostiji zadaci su oni, kod kojih učestvuje jedan ulaz, jedan izlaz i veći broj mogućih varijanata prelaza od ulaza k izlazu, od kojih se samo jedna varijanta može smatrati kao optimalna, a koja se nalazi na liniji optimalnog spajanja dveju tačaka. To znači, da se dve tačke — međusobno udaljene — mogu spojiti s beskonačno mnogo i različitih spajanja, pa prema tome, za ovakav slučaj postoji i beskonačno mnogo varijanata rešenja postavljenog zadatka, od koji se samo neke varijante mogu smatrati kao dozvoljene s tačke gledišta određenih kriterijuma. Za ilustraciju ove postavke može poslužiti i ovaj primer iz oblasti organizacije proizvodnje.

Izvršenje niza uzastopnih operacija u jednoj fazi ili u jednom stadiumu u liniji proizvodnog procesa od prve do poslednje operacije može se izvoditi u različito postavljenim linijama proizvodnih procesa i u vezi s tim kretanjima predmeta rada u različitim oblicima. Neki od tih oblika kretanja šematski su dati na slici broj 1.

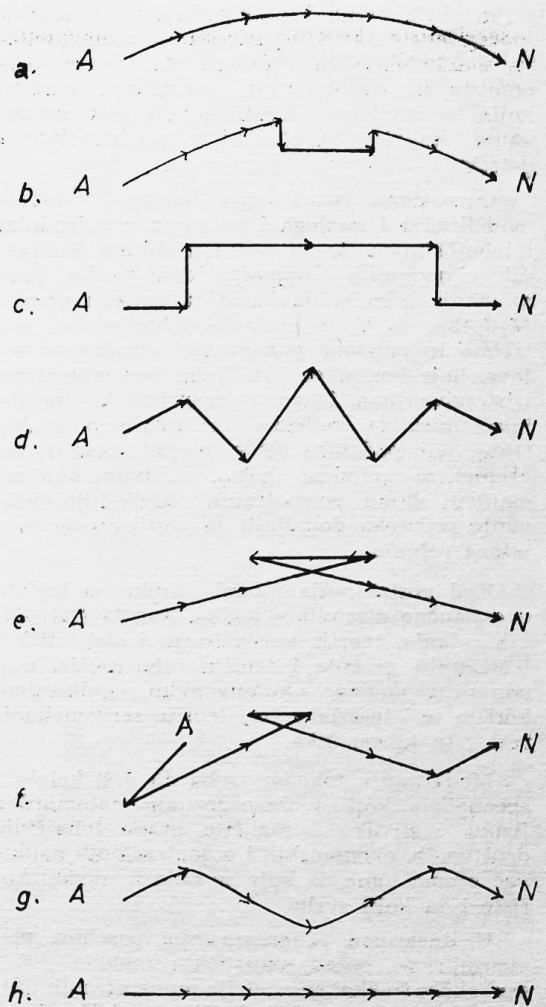
Sa stanovišta racionalne organizacije proizvodnje sva povratna i ukrštena kretanja i kretanja u obliku osmice ili petlje nisu dozvoljena, pa prema tome i rešenja data u linijama 1-e i 1-f nisu dozvoljena. Ostala rešenja s kretanjima u jednome smeru su dozvoljena, ali sva nisu celishodna, kao na primer na linijama 1-b, 1-c i 1-d. Neka, opet, rešenja su manje ili više celishodna, ali nisu optimalna, kao naprimer na linijama 1-g i 1-a. Optimalnom može se smatrati samo linija 1-h, na kojoj je postupno kretanje predmeta rada, od prve do poslednje operacije odnosno radnog mesta, najkraće.

Na osnovu ovoga šematski datog primera može se dati zaključni tok rasuđivanja na kome počiva metod linearnog programiranja, a koje glasi:

a) prvo treba, iz svih mogućih kombinacija, u kojima se susreću osnovni činoci, iz postavljenih zadataka — a na osnovu određenih kriterijuma — odabrati dozvoljene kombinacije i dozvoljena rešenja, koja će poslužiti kao osnov za naredni uži izbor, i u isti mah treba odabrati sve nedozvoljene kombinacije i rešenja;

b) u drugom izboru, iz niza dozvoljenih kombinacija iznalazi se najpovoljnije rešenje, koje odgovara kriterijumu optimalnosti.

Razume se, da će biti i slučajeva, kada će se pojaviti i po više optimalnih rešenja a ne samo jedno, kao što je slučaj u navedenom primeru prikazanom na slici 1-h.



Sl. 1. Različiti oblici kretanja predmeta rada u liniji proizvodnog procesa:

e i f — nedozvoljena rešenja; b, e i d — dozvoljena ali necelishodna rešenja; a i g — celishodna ali ne i optimalna rešenja i h — optimalno rešenje.

Da bi se lakše i bolje shvatio grafički metod linearnog programiranja, u narednim redovima daće se izvestan broj jednostavnih primera.

### 1. Određivanje optimalnog asortimana u proizvodnji kombinovanih ormana kod datog proizvodnog i tržišnog kapaciteta

Fabrika za proizvodnju kombinovanih ormana projektovana je da proizvodi dva tipa kombinovanih ormana, i to orman tipa A s kapacitetom od 5000 kom. ili orman tipa B s kapacitetom od 10000 kom., izrađujući svaki tip ormana posebno. Tehnički, međutim, fabrika može istovremeno da izrađuje i oba tipa ormana u proporcijama navedenog kapaciteta.



Postavlja se pitanje, koji će optimalni asortiman fabrika da usvoji za svoju proizvodnju u toku planske godine, ako tržište može da konzumira najviše do 4000 kom. ormara tipa A, čija cena iznosi 70000 din. po 1 komadu i do 7000 kom. ormara tipa B, čija je cena 40000 din. po 1 komadu.

Pri postavljanju ovoga zadatka pošlo se od pretpostavke, da su navedeni proizvodni kapaciteti određeni kao rezultat prethodne studije proizvodnog procesa i izvršene racionalizacije postojeće proizvodnje, te uslova sredine i okoline.

Nadalje se pretpostavlja, da se troškovi proizvodnje i dobiti oba proizvoda nalaze u približno jednakoj srazmeri s njihovim cenama.

Zadatak se sastoji u tome, da se planira takav asortiman proizvoda, koji će moći da obezbedi maksimalnu vrednost proizvodnje uz maksimalno korišćenje kapaciteta postojeće opreme.

Pre prelaza na grafički prikaz rešavanja zadatka izvršit će se analiza i klasifikacija činilaca koji imaju uticaj na rešenje zadatka.

#### a) Uzajamna zamenjivost činilaca

Iz uslova datih samim zadatkom izlazi da je tehnički moguće da se izrade proizvodni programi sa različitim asortimanom proizvoda, jer fabrika može da izrađuje ili ormane tipa A ili ormane tipa B ili oba tipa ormara istovremeno no sa različitim proporcionalnim učešćem pojedinih tipova. To znači, da je u pogledu maksimalnog iskorišćenja opreme moguća potpuna uzajamna zamena činilaca za oba navedena tipa proizvoda — A i B —, odnosno, da zamenjivost iznosi dva —  $z = 2$ .

Pošto se ne zna unapred koja će se alternativna varijanta proizvodnog programa izabrati i u kojoj količini treba da se izrađuju pojedini tipovi ormara, to će se količine pojedinih tipova ormara kao promenljive — u narednim izlaganjima — označivati sa  $x$  i  $y$ .

#### b) Ograničenja činilaca

Ako mogućnosti proizvodnje oba tipa ormara ne bi bile ograničene, onda bi rešenje zadatka bilo lako, jer bi se izrađivao u maksimalnom kapacitetu onaj tip ormara, koji daje bolji ekonomski rezultat, odnosno, prema datom primeru izrađivao bi se orman tipa B. Ali, pošto je mogućnost plasmana obaju tipova ormara na tržištu ograničena, to se zadatak mora rešavati odnosima kako tipa tako i količine obaju proizvoda.

U našem slučaju učestvuju dva ograničavajuća činilaca, a to su: kapacitet proizvodnje kao osnovni i kapacitet tržišta kao dopunski činilac, odnosno broj ograničenja iznosi dva —  $o = 2$ .

Dakle, u zadatku se susreću dve promenljive (dva proizvoda —  $z = 2$ ) i dva ograničenja (proizvodni i tržišni kapacitet —  $o = 2$ ) za obe promenljive.

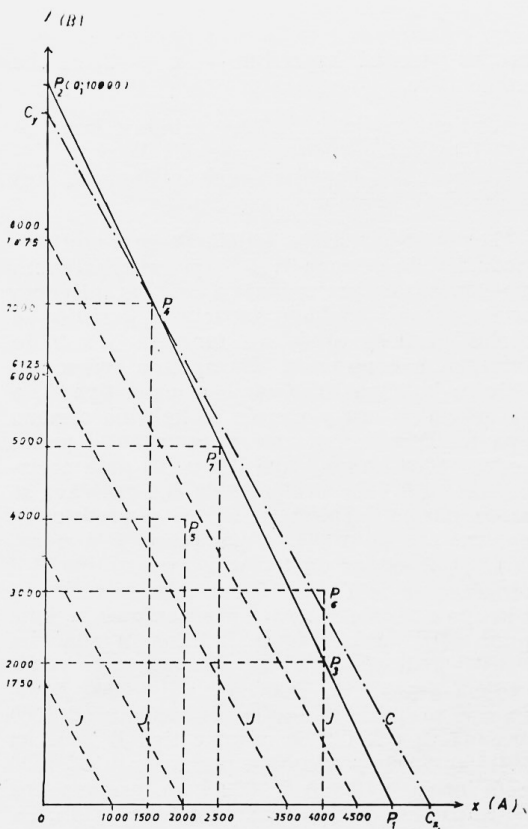
Optimizacija u datome primeru ima karakter maksimalizacije, jer je cilj da se postigne maksimalna količina i maksimalna vrednost proizvodnje kombinovanog ormara.

Da bi se prikazale količinske zavisnosti između izrade ormara A i B, pri alternativnim mogućnostima proizvodnje i pri ograničenom proizvodnom i tržišnom kapacitetu, koristiće se obična grafička predstava funkcija u sistemu Dekartovih koordinata. Na apcisnu osu  $x$  naneće se količina izrađivanih ormara tipa A, a na ordinatnu osu  $y$  naneće se količina ormara tipa B. Tačka  $P_1$  na osi  $x$  predstavlja proizvodnju 5000 ormara tipa A i u isti mah proizvodnju od 0 kom. ormara tipa B i označava se sa  $P_1(5000; 0)$ . Tačka  $P_2$  na osi  $y$  predstavlja proizvodnju od 10000 ormara tipa B i u isti mah proizvodnju od 0 kom. ormara tipa A i označava se sa  $P_2(0; 10000)$ . Ako se tačke  $P_1$  i  $P_2$  spoje dobiće se prava preobrazovanja, koja predstavlja mesta koordinata tačaka s jednakim i u isti mah maksimalnim alternativnim korišćenjem kapaciteta. Tako tačka  $P_3(4000; 2000)$  na slici broj 2 predstavlja proizvodnju od 4000 ormara tipa A i 2000 ormara tipa B, a tačka  $P_4(1500; 7000)$  predstavlja proizvodnju od 1500 kom. ormara tipa A i 7000 kom. ormara tipa B. Kapaciteti svih navedenih tačaka, tj.  $P_1, P_2, P_3$  i  $P_4$  su količinski jednaki i u isti mah su količinski maksimalni za odnosnu fabriku.

Tačke koje bi se nalazile unutar prave preobrazovanja, tj. unutar pravougona  $O - P_1 - P_2$  predstavljale bi kombinacije s nepotpunim korišćenjem kapaciteta, kao naprimer tačka  $P_5(2000; 4000)$ , pa su kao takve ekonomski necelishodne i u normalnim proizvodnim uslovima ne treba da se uzimaju u obzir. Nasuprot tome, tačke izvan prave preobrazovanja, tj. izvan  $x - P_1 - P_2 - y$ , predstavljale bi kombinacije s prekoracenjem kapaciteta, kao na primer tačka  $P_6(4500; 3000)$ , i one su ekonomski apsurdne, pa se kao takve nikako ne bi mogle uzimati u račun.

Tačke koje su se nalazile u susednim kvadrantima — II, III i IV predstavljale bi negativna i nedozvoljena rešenja protivna logici ekonomske stvarnosti, i u linearnom programiranju s njima se ne računava.

Posle proveravanja količinskih kapaciteta prelazi se na ekonomsko proveravanje i iznalaženje optimalne, odnosno, u ovom primeru, maksimalne vrednosti proizvodnje uz — kako je već napred navedeno — prodajnu cenu ormara tipa A od 70.000 din./kom. a uz maksimalni plasman od 4000 kom. na tržištu i ormara tipa B s cenom od 40.000 din./kom. i uz maksimalni plasman na tržištu od 7000 komada:



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

$P_1(5000; 0) = 5000 \cdot 7000 + 0 \cdot 40000 = 350$  mil. din. (ne dolazi u obzir, jer se na tržištu može plasirati samo do 4000 kom. ormana tipa A);

$P_2(0; 10000) = 0 \cdot 7000 + 10000 \cdot 40000 = 400$  mil. din. (ne dolazi u obzir, jer se na tržištu može plasirati samo do 7000 ormana tipa B);

$P_3(4000; 2000) = 4000 \cdot 7000 + 2000 \cdot 40000 = 360$  mil. din. — dozvoljena vrednost proizvodnje ali je manja od optimalne;

$P_4(1500; 7000) = 1500 \cdot 7000 + 7000 \cdot 40000 = 385$  mil. din. — **optimalna — maksimalna vrednost proizvodnje;**

$P_6(4000; 3000) = 4000 \cdot 7000 + 3000 \cdot 40000 = 400$  mil. din. (ne dolazi u obzir, jer nema dovoljno količinskog kapaciteta za ovakve odnose u proizvodnji);

$P_7(2500; 5000) = 2500 \cdot 7000 + 5000 \cdot 40000 = 375$  mil. din. = dozvoljena vrednost proizvodnje, ali je manja od optimalne.

Iz ovih ekonomskih proveravanja izlazi, da u uži izbor kao dozvoljene mogu ući samo tačke između  $P_3$  i  $P_4$ , a među njima je, opet, opti-

malna, odnosno maksimalna proizvodnja u tački  $P_4(1500; 7000)$  s vrednošću proizvodnje od 385 miliona dinara. To znači, da se zbog ograničenosti plasmana na tržištu ne koristi u celosti — pored količinskog — i vrednosni kapacitet proizvodnje.

Optimalna tačka može se odrediti i grafički, a bez prethodnog vrednosnog proračuna. Optimalna tačka — grafički predstavljena — određuje se pomoću jednačine funkcije cilja i pravih jednake vrednosti.

Za dati primer jednačina funkcije cilja glasi:

$$70000 \cdot x + 40000 \cdot y = Z_{\max},$$

gde su 70000 i 40000 cene proizvoda A i B.

Prave jednake vrednosti dobivaju se iz obrnute proporcionalnosti koeficijenata uz promenljive  $x$  i  $y$ . Koeficijenti u datoj jednačini funkcije cilja iznose:

$$70000 \cdot x + 40000 \cdot y = Z_{\max} \quad / : 40000$$

$$1,75 \cdot x + y = \frac{Z_{\max}}{40000}.$$

Obrnuto proporcionalni koeficijenti uz promenljive bili bi: uz  $x = 1$  i uz  $y = 1,75$ , dok jednačina prave jednake vrednosti glasi:

$$x + 1,75 \cdot y = Z$$

pri čemu su  $x$  i  $y$  jednaki.

Ako se na grafikonu slike 2, a polazeći od koordinate početka — 0 povlače paralelne prave s navedenim obrnuti proporcionalnim koeficijentima, jedna od njih — i to ona koja preseca pravu preobrazovanja — predstavlja pravu funkcije cilja —  $C_x - C_y$ . Presek prave preobrazovanja i prave funkcije cilja predstavlja optimalnu tačku s maksimalnom vrednošću proizvodnje. U datom primeru to je tačka  $P_4(1500; 7000)$ :

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

Svaka tačka na bilo kojoj pravi jednake vrednosti predstavlja visinu proizvodnje s jednakom vrednošću na odnosnoj pravi, i to:

— ako se izabrana tačka nalazi unutar koordinatnog početka i prave preobrazovanja —  $P_1 - 0 - P_2$  kapacitet se količinski ne koristi u potpunosti;

— a ako bi se izabrana tačka nalazila izvan prave preobrazovanja —  $x - P_1 - P_2 - y$  — količinski kapacitet bi bio prebačen, tj. ovakva veličina proizvodnje se ne bi mogla ostvariti zbog nedovoljnog kapaciteta.

## 2. Iznalaženje optimalnog asortimana u proizvodnji spavaćih soba kod neusklađenih kapaciteta dvaju proizvodnih odeljenja

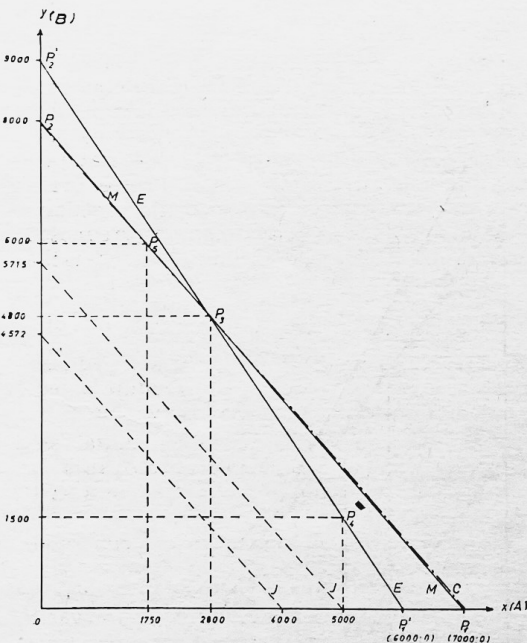
Mašinska odeljenja fabrika spavaćih soba imaju maksimalni proizvodni kapacitet elemenata sobe tipa A za 6000 garnitura ili sobe tipa B za 9000 garnitura.

Montažno odeljenje montira za isto vreme 7000 garnitura sobe tipa A ili 8000 garnitura soba tipa B.

Treba iznaći optimalni asortiman proizvoda ako je cena sobe A 80000 din./garn., a sobe B 70000 din./garn. i uz dopunsko ograničenje da se od sobe tipa A na tržištu može plasirati najviše 5000 garnitura, a sobe tipa B 6000 garnitura.

U ovome primeru u proizvodni program može se uključiti spavaća soba A ili soba tipa B ili neka od njihovih kombinacija. U programu su uzajamno zamenjiva dva proizvoda —  $z = 2$ . U proizvodnom kapacitetu postoje osnovna ograničenja kako u izradi i obradi elemenata proizvoda u mašinskim odeljenjima, tako i u montaži proizvoda u montažnom odeljenju. Takođe postoji i dopunsko ograničenje u pogledu mogućnosti plasmana izrađenih proizvoda na tržištu —  $0 = 3$ .

Na osu  $x$  prvo se nanosi tačka  $P_1'(6000; 0)$ , koja označava kapacitet mašinskih odeljenja za elemente sobe tipa A, a na osu  $y$  tačka  $P_2'(0; 9000)$ , koja predstavlja kapacitet mašinskih odeljenja za elemente sobe tipa B. Linija koja spaja ove tačke —  $P_1'$  i  $P_2'$  — je prava preobrazovanja i predstavlja sve moguće kombi-



Sl. 3. Grafička predstava varijantnih kapaciteta u proizvodnji spavaćih soba sa dve promenjive i tri ograničenja. M = montaža, E = elementi, J = prava jednačke vrednosti, C = prava funkcije cilja

nacije izrade kompleta elemenata proizvoda za spavaće sobe tipa A i tipa B pri punom iskorišćavanju proizvodnog kapaciteta mašinskih odeljenja.

Zatim se, takođe na apscisnu osu  $x$ , nanosi tačka  $P_1(7000; 0)$ , koja predstavlja maksimalni kapacitet montažnog odeljenja za spavaće sobe tipa A, a na ordinatnu osu  $y$  tačka  $P_2(0; 8000)$ , koja takođe predstavlja maksimalni kapacitet montažnog odeljenja za sobe tipa B. Linija koja spaja ove tačke —  $P_1$  i  $P_2$  — takođe predstavlja pravu preobrazovanja maksimalnog kapaciteta svih mogućih kombinacija montaže oba tipa spavaćih soba.

Posle ovoga isključuju se nedozvoljena i necelishodna rešenja i to:

a) isključuju se iz razmatranja sve tačke koje leže u susednim kvadrantima (II, III i IV) koordinatnog sistema, jer su ekonomski besmislene i ne odgovaraju uslovima linearnog programiranja;

b) isključuju se sve kombinacije I kvadranta koje leže unutar prostora ograničenog linijama  $0-P_2-P_3-P_1'-0$ , jer imaju niži kapacitet i od montažnog i od mašinskih odeljenja;

c) isključuju se sve kombinacije I kvadranta koje su izvan linija  $x-P_1-P_3-P_2'-y$ , jer prebacuju kapacitet i mašinskih i montažnog odeljenja, pa su zbog toga tehnološki neosnovane;

d) isključuju se sve kombinacije unutar trougaonika  $P_2'-P_2-P_3-P_2'$  kao necelishodne, jer one imaju dovoljan proizvodni kapacitet u mašinskim odeljenjima, dok je kapacitet montažnog odeljenja nedovoljan;

e) takođe se isključuju sve kombinacije koje leže unutar trougaonika  $P_1'-P_1-P_3-P_1'$  kao necelishodne, jer one predstavljaju varijante programa koje imaju dovoljan proizvodni kapacitet u montažnom odeljenju, ali nedovoljan u mašinskim odeljenjima.

Na osnovu svih ovih isključivanja može se uključiti da kao celishodne po proizvodnom kapacitetu ostaju samo kombinacije koje se nalaze na **krivoj preobrazovanja**  $P_1'-P_4-P_3-P_5-P_2$ .

Ako se, međutim, uzme u obzir i tržišni kapacitet, tada će se videti da kombinacije na delu linije preobrazovanja  $P_1-P_4$  nisu celishodne, jer se na tržištu ne može plasirati više od 6000 garnitura sobe tipa B.

Iz ovoga izlazi, da su — u odnosu tržišni kapacitet — celishodna samo ona rešenja, koja se nalaze na delu krive preobrazovanja  $P_4-P_3-P_5$ .

Ako se izvrše međusobna upoređenja dozvoljenih celishodnih rešenja, pokazaće se ovaj rezultat:

$P_1'(6000; 0) = 6000 \cdot 80000 + 0 \cdot 70000 = 480$  mil. din. (količinski prebacuje tržišni kapacitet za sobu A);



$P_4(5000; 1500) = 5000 \cdot 80000 + 1500 \cdot 70000 = 505$   
mil. din. = dozvoljeno, ali nije optimalno  
rešenje;

$P_3(2800; 4800) = 2800 \cdot 80000 + 4800 \cdot 70000 =$   
560 mil. din. = optimum-maksimum;

$P_5(1750; 6000) = 1750 \cdot 80000 + 6000 \cdot 70000 =$   
560 mil. din. = takođe optimum-maksimum;

$P_2(0; 8000) = 0 \cdot 80000 + 8000 \cdot 70000 = 560$  mil.  
din. (količinski prebacuje tržišni kapacitet  
za sobu B).

Iz ovih upoređenja izlazi da rešenja u tač-  
kama  $P_1$  i  $P_2$  ne dolaze u obzir zbog prebaci-  
vanja tržišnog kapaciteta, da je rešenje u tački  
 $P_4$  dozvoljeno ali nije optimalno i da su reše-  
nja u tačkama  $P_3$  i  $P_5$ , tj. na vrhu izbočina na  
krivi preobrazovanja optimalna, odnosno mak-  
simalna, jer daju najveću vrednost proizvodnje  
uz asortiman proizvodnje od 2800 odnosno 1750  
garnitura soba tipa A i 4800 odnosno 6000 gar-  
nitura soba tipa B u vrednosti od 560 miliona  
dinara.

Grafičko određivanje optimuma daje ovaj  
rezultat:

Jednačina funkcija cilja:

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

Koeficijenti uz promenljive iznose:

$$80.000 \cdot x + 70000 \cdot y = Z_{\max} \quad / : 70000$$

$$1,143 \cdot x + y = \frac{Z_{\max}}{70000}$$

Obrnuto proporcionalni koeficijenti uz pro-  
menljive su: uz  $x = 1$  i uz  $y = 1,143$ . Uzima-  
jući ove obrnuto proporcionalne koeficijente u  
obzir, to jednačina prave jednake vrednosti  
glasi:

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

Prava funkcije cilja povučena paralelno s  
pravama jednake vrednosti dotiče krivu preo-  
brazovanja u tačkama  $P_3 - P_5$ , što znači, da  
tačke  $P_3(2800; 4800)$  i  $P_5(1750; 6000)$  imaju  
optimalnu proizvodnju. A pošto je otsečak  $P_3 - P_5$   
prava, to sve tačke koje leže na otsečku od-  
govaraju optimalnom rešenju. One pokazuju  
kombinaciju promenljivih  $x$  i  $y$ , koje obezbe-  
đuju vrednost proizvodnje, koja je za date us-  
love optimalna. Ovde, prema tome, postoji ne  
jedno, već veliki broj jednakih optimalnih re-  
šenja.

Ustvari, optimalno rešenje se nalazi u tački  
 $P_3$ , ali su odstupanja između tačke  $P_3$  i  $P_5$  tako  
nezatna, da se razlike zbog male razmere  
crteža ne mogu tačno uočiti ni očitavati. No  
ove razlike su tako nezatne da se praktički  
mogu zanemariti.

### 3. Ustanovljivanje optimalnog asortimana u proizvodnji kuhinja kod neusklađenog kapaci- teta triju osnovnih proizvodnih odeljenja

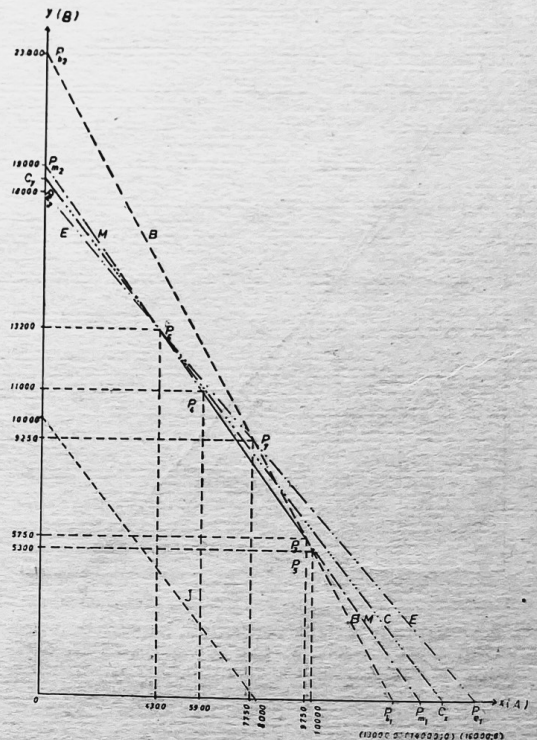
Mašinsko odeljenje fabrike kuhinja ima ka-  
pacitet za obradu elemenata kuhinje za 16.000

garnitura kuhinja tipa A ili 18.000 garnitura  
kuhinja tipa B. Montažno odeljenje ima kapaci-  
tet za montažu 14.000 garnitura kuhinja tipa  
A ili 19.000 kuhinja tipa B, dok odeljenje za po-  
vršinsku obradu ima kapacitet za bojenje 13.000  
garnitura kuhinja tipa A ili 23.000 garnitura  
kuhinja tipa B. Osim toga postoji i dopunsko  
ograničenje, jer se na tržištu može plasirati naj-  
više do 10.000 garnitura kuhinja tipa A, čija  
cena na tržištu iznosi 50.000 din./garn. i 11.000  
garnitura kuhinja tipa B, čija cena iznosi 40.000  
din./garn.

Za ovakva ograničenja u kapacitetu proiz-  
vodnih odeljenja i tržišta treba izabrati optimal-  
ni asortiman proizvodnje kako po proizvodnom  
kapacitetu fabrike, tako i po vrednosti proiz-  
vodnje, uzimajući u obzir kapacitet tržišta.  
Struktura ovoga primera je ova: uzajamno za-  
menjivih proizvoda ima dva ( $z = 2$ ), a broj ograni-  
čenja odnosno limitirajućih uslova ima četiri  
( $o = 4$ ).

Rešenje navedenog primera dato je na slici  
broj 4.

Razlika u grafičkoj predstavi između ovoga  
i prethodnog primera je samo u tome, što gra-  
fička predstava ovoga primera sadrži tri prave  
preobrazovanja, koje sa početkom koordinatnog  
sistema daju petougaoik  $P_{B1} - P_3 - P_6 - P_{A2}$   
— O —  $P_{B1}$  i predstavljaju celokupnost dozvolje-



Sl. 4. Grafička predstava varijantnih kapaciteta u pro-  
izvodnji kuhinja sa dve promenljive i četiri ograni-  
čenja. E = elementi, M = montaža, B = bojenje, J =  
prava jednake vrednosti, C = prava funkcije cilja.

nih rešenja, a čije količinsko optimalno rešenje leži na granicama krive preobrazovanja  $P_{111} - P_3 - P_6 - P_{e2}$ , dok vrednosno optimalno rešenje — zbog ograničenog kapaciteta tržišta — leži na krivoj preobrazovanja između tačaka  $P_5 - P_3 - P_4$ .

Prirodnim i vrednosnim merilima izraženo rešenje ovoga primera — posle odbacivanja nedozvoljenih i necelishodnih rešenja — ima sledeći oblik:

- $P_{111} (13000; 0) = 13000.5000 + 0.40000 = 650$  mil. din. (ne odgovara tržišnom kapacitetu);  
 $P_5 (10000; 5300) = 10000.50000 + 5300.40000 = 712$  mil. din. (dozvoljeno rešenje);  
 $P_3 (9750; 5750) = 9750.50000 + 5750.40000 = 717,5$  mil. din. (dozvoljeno rešenje);  
 $P_4 (5900; 11000) = 5900.50000 + 11000.40000 = 735$  mil. din. = optimalno rešenje;  
 $P_6 (4300; 13200) = 4300.50000 + 13200.40000 = 743$  mil. din. — (prebacuje kapacitet tržišta);  
 $P_{e2} (0; 18000) = 0.50000 + 18000.40000 = 720$  mil. din. — (prebacuje kapacitet tržišta).

Iz rešenja izlazi, da tačka  $P_4$  s proizvodnim kapacitetom od 5900 garn. kuhinja tipa A i 11000 garn. kuhinja tipa B ima optimalan količinski kapacitet i vrednost proizvodnje od 735 miliona dinara.

Određivanje optimuma grafičkim putem daje ovaj rezultat:

Jednačina funkcije cilja:

$$50000.x + 40000.y = Z_{max.}$$

Koeficijenti uz promenljive:

$$1,25 \cdot x + y = \frac{Z_{max}}{40000}$$

Obrnuto proporcionalni koeficijenti uz promenljive su: uz  $x = 1$ , i uz  $y = 1,25$ .

Jednačina prave jednake vrednosti:

$$x + 1,25 \cdot y = Z$$

pri čemu su  $x$  i  $y$  jednaki.

Prava funkcije cilja dotiče krivu preobrazovanja u tački  $P_6 (4200; 13250)$  i ista bi trebala da bude optimum. Kako, međutim, u ovoj tački količina proizvoda tipa B prebacuje kapacitet tržišta, koji za ovaj tip proizvoda iznosi 11000 garnitura, to se optimum, s obzirom na kapacitet tržišta mora spustiti u tačku  $P_4 (5900, 11000)$ . Da će optimum — s obzirom na tržišni kapacitet — pasti baš u ovu tačku, jasno se vidi iz grafikona slike 4, jer od ove tačke pa prema tački  $P_3$  dolazi do osetnijeg udaljavanja prave funkcije cilja od krive preobrazovanja. Drugim rečima, u ovom slučaju prava funkcije cilja — zbog ograničenog tržišnog kapaciteta — ne može da posluži kao najpouzdaniji pokazatelj za određivanje optimuma, pa se cilj mora proveriti

i algebarskom analizom, kako je to naprijed i učinjeno.

Iz dosada obrađenih primera se vidi, da povećanje broja ograničenja kod dvaju promenljivih principijelno ne predstavlja nikakvo komplikovanje, jer postupnost ostaje potpuno analogna onoj koja se javlja kod primera s dve promenljive i dva ograničenja. U datom slučaju menja se samo oblik ispupčenog poliedra.

#### 4. Izbor optimalnog asortimana u proizvodnji kancelarijskog nameštaja kod neusklađenog kapaciteta sedam proizvodnih odeljenja

Fabrika kancelarijskog nameštaja izrađuje furnirane kancelarijske stolove tipa A i furnirane vitrine za knjige i akta tipa B. Proizvodni kapacitet pojedinih odeljenja fabrike ograničen je sledećim maksimalnim količinama jednoga ili drugog proizvoda:

Odeljenje	Stolovi	Vitrine
	komada	
1. Krojno odeljenje za piljenu građu i ploče	13000	17000
2. Krojno odeljenje za furnir	12000	18000
3. Mašinsko odeljenje — rendisanje	10000	21000
4. Odeljenje za lepljenje i furniranje	11000	19000
5. Odeljenje za oblikovanje i čišćenje	14000	20000
6. Montažno odeljenje	15000	16000
7. Površinska obrada	17000	15000

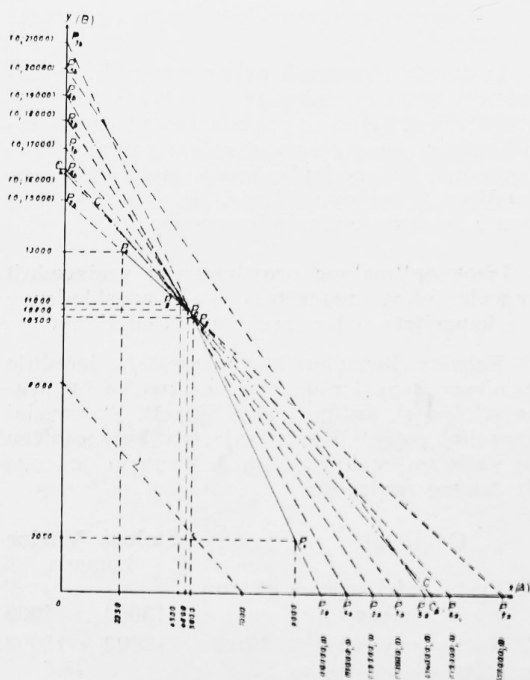
Prodajna cena furniranih pisanih stolova iznosi 40000 din./kom. s tim, što se na tržištu može plasirati najviše 13000 kom. stolova, dok je prodajna cena furniranih vitrina 35000 din./kom., a na tržištu ih se može prodati do 9000 kom.

Treba odrediti optimalni asortiman proizvodnje, s tim da se prodajom izrađivanih proizvoda postigne maksimalna vrednost proizvodnje.

I u ovome primeru susreću se dva zamenjiva proizvoda, odnosno dve promenljive, ali s osam ograničenja ( $z = 2$ ;  $o = 8$ ).

Grafičko rešenje ovoga primera dato je na slici 5.

Pravila grafičke predstave i za ovaj primer su ista kao i za prethodne primere, samo što se u ovome primeru moraju povući sedam pravih preobrazovanja za svih sedam ograničenja od 1—7. Dozvoljena rešenja — posle povlačenja pravih preobrazovanja i posle odbacivanja nedozvoljenih i necelishodnih rešenja — nalaziće se na krivoj preobrazovanja za količinski proizvodni kapacitet  $P_{311} - P_1 - P_2 - P_6 - P_3 - P_4 - P_{711}$ . Rezultantno optimalno rešenje nalaziće se u tačkama doticanja granica poliedra s pravom funkcije cilja koja se dobija iz obrnute proizvoda A i B, tj.:



Sl. 5. Grafička predstava varijantnih kapaciteta u proizvodnji kancelarijskog nameštaja s dve promenljive i osam ograničenja: J — prava jednake vrednosti; C — prava funkcije cilja

Jednačina funkcije cilja:

$$40000 \cdot x + 35000 \cdot y = Z_{\max}$$

Koeficijenti uz promenljive:

$$1,143 \cdot x + y = \frac{Z_{\max}}{35000}$$

Obrnuto proporcionalni koeficijenti uz promenljive su: uz  $x = 1$ , a uz  $y = 1,143$ .

Jednačina prave jednake vrednosti:

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

pri  $x = y$ .

Prava funkcije cilja — C — povučena paralelno s pravom jednake vrednosti — J — dotiče krivu preobrazovanja u tački  $P_0$  (4800; 10800) koja predstavlja količinski maksimum — optimum i u isti mah maksimum vrednosti proizvodnje.

Iz dosadašnjih izlaganja o funkciji cilja izlazi, da se optimalno rešenje nalazi ili na preseku prave preobrazovanja i prave funkcije cilja ili na doticanju prave funkcije cilja s nekim odsečkom koji obrazuje stranu mnogougona i koji jednim svojim delom predstavlja krivu preobrazovanja ili na mestu doticanja prave

funkcije cilja sa nekim vrhom poliedra koji obrazuju prave preobrazovanja.

Optimalno rešenje ovoga primera, izraženo u prirodnim i vrednosnim merilima, lako će se uočiti i iz ovih algebarskih upoređenja pojedinih tačaka na grafikonu:

$$P_{3a}(10000; 0) = 10000 \cdot 40000 + 0 \cdot 35000 = 400 \text{ mil. din. (prelazi kapacite tržišta);}$$

$$P_1(9000; 2050) = 9000 \cdot 40000 + 2050 \cdot 35000 = 431,75 \text{ mil. din. — dozvoljeno rešenje;}$$

$$P_2(5000; 10500) = 5000 \cdot 40000 + 10500 \cdot 35000 = 567 \text{ mil. din. — dozvoljeno rešenje;}$$

$$P_0(4800; 10800) = 4800 \cdot 40000 + 10800 \cdot 35000 = 570 \text{ mil. din. — optimum;}$$

$$P_3(4500; 11000) = 4500 \cdot 40000 + 11000 \cdot 35000 = 565 \text{ mil. din. — dozvoljeno rešenje;}$$

$$P_4(2250; 13000) = 2250 \cdot 40000 + 13000 \cdot 35000 = 545 \text{ mil. din. — (prebacuje tržišni kapacitet);}$$

$$P_{7b}(0; 15000) = 0 \cdot 40000 + 15000 \cdot 35000 = 525 \text{ mil. din. — (prebacuje kapacitet tržišta).}$$

Iz ovih upoređenja izlazi da bi asortiman proizvodnje u tački  $P_0$  (4800; 10800), tj. s 4800 pisanih stolova i 10800 vitrina, po količinskom i vrednosnom kapacitetu bio optimalan i davao vrednost godišnje proizvodnje od 570 miliona dinara.

### Zaključak

U prednjim izlaganjima obrađeni su primeri grafičkog rešavanja zadatka linearnog programiranja s dve promenljive odnosno dva proizvoda i s većim brojem ograničenja. U obrađenim primerima grafički se moglo pratiti iskrsavanje sve novih i novih preobrazovnih funkcija i obrazovanje poliedara u ravni, čiji se oblik određivao proizvodnim kapacitetima uskih grla u odnosnoj proizvodnji.

Polazni poliedar, koji je sa dve promenljive i jednim ograničenjem imao oblik trougaonika, s pojavom novih preobrazovnih funkcija preobražavao se u oblik mnogougona s ispupčnim granicama.

Međutim, kada bi se radilo s trima promenljivima, odnosno s trima proizvodima preobrazovne funkcije, u grafičkoj predstavi postale bi ravni i s pojavom novih preobrazovnih funkcija, koje bi predstavljale nove ravni, polazni tetraedar bi se presecao ovim ravnima isto onako kako se trougaoNIK s dve promenljive i jednim ograničenjem preseca sa pravima. Presecanjem polaznog tetraedra s ravnima nastajalo bi ispupčeno telo, čija bi prednja strana bila pokrivena preobrazovnim odsečcima, čiji bi vrhovi, strane i ravni predstavljali mesta na kojima se nalaze optimalna rešenja. Usled ovoga grafička predstava i rešavanje zadatka s trima promenljivima i s povećanim brojem ograničavajućih činioca prestali bi da budu jasni i razumljivi i izgubili bi svaki praktični smisao.



S proširenjem broja promenljivih na četiri ili više mogućnosti grafičke predstave bi se skoro potpuno iscrpile, jer bi se dospelo u oblast nekoliko prostornih površina, gde mogućnosti ljudske uobrazilje i mašte presušuju.

Iz navedenih razloga u ovome se radu nećemo upuštati u obradu zadataka s trima ili više promenljivih.

Na osnovu svega izloženog može se zaključiti, da grafički način rešavanja zadataka linearnog programiranja ima ograničeni značaj i da se može vrlo uspešno primenjivati za brzo rešavanje samo onih zadataka, u kojima se pojavljuju dve promenljive odnosno dva proizvoda s jednim ili više ograničavajućih činioca.

Međutim, u savremenoj drveno-industrijskoj proizvodnji s visokim stepenom mehanizacije i automatizacije u većini slučajeva uopšte ne dolazi u obzir širok, već naprotiv, vrlo uzak asortiman proizvodnje s jednim do dva tipa proizvoda, ukoliko se teži da se oprema u potpunosti iskoristi i da se postigne visoka proizvodnost rada i visoki ekonomski rezultati.

S ovog stanovišta posmatrano, u svima preduzećima drvene industrije, koja u svojim pojedinim pogonima proizvode samo po dva proizvoda, grafički način linearnog programiranja može da nađe punu primenu.

U preduzećima koja u svojim pojedinim pogonima imaju asortiman proizvodnje od po tri proizvoda i više uspešno se mogu primeniti drugi metodi linearnog programiranja o kojima ćemo govoriti u drugim radovima.

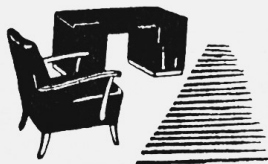
#### LITERATURA:

- 1) Akademija nauk SSSR, **Lineinoe programirovanie**, Moskva, 1961.
- 2) Gabr Jaroslav, **Lineinoe programirovanie**, Moskva, 1960.
- 3) Gerčuk Jakov, **Problemi optimalnogo planirovanija**, Moskva, 1961;
- 4) Reinfeld N. i Fogel U., **Matematičeskoe programirovanie**, Moskva, 1960.

#### LINEARE PROGRAMMIERUNG IN HOLZINDUSTRIE-BETRIEBEN

Lineare Programmierung, als eine der zentralen Methoden der Operations-Untersuchungen, führt sich in der letzten Zeit immer mehr und mehr in ökonomische und Organisations-Untersuchungen und praktische Anwendung der fortschreitende Betrieben verschiedener Wirtschaftszweige ein. Doch bekam sie in den Betrieben der Holzindustrie leider noch nicht das Bürgerrecht. Deshalb passt der Verfasser in weiterem Verlauf des Artikels, in der Einführung theoretische Grundlage dieser Methode gebend, ihre Anwendung auch für Betriebe der Holzindustrie, und zwar im Gebiete der Planung und der Projektieren, an. Dabei gibt er theoretische Beschreibung und Grundlagen dieser Anpassung für gegebene praktische Beispiele mit zwei veränderlichen Grössen und zwei, drei, vier und acht Begrenzungen.

Des begrenzten Raumes wegen bearbeitet der Verfasser nur die theoretische und praktische Seite der graphischen Methode der linearen Programmierung in der Holzindustrie, die Bearbeitung anderer Methoden für weitere Arbeiten überlassend.



# Iz zemlje i

VIJESTI IZ PROIZVODNJE • STANJE NA TRŽIŠTIMA • RAZNO IZ

## NOVA STANDARDNA TVRDA VLAKNATICA U AUSTRIJI

Austrijska je industrija vlaknatica odlučila, da pristupi proizvodnji standardnih tvrdih vlaknatica (Standard-Hartplatten) i to prema internacionalnim normama za kvalitetu. Kod proizvodnje dolaze u obzir jeftinije vrste drveća i nešto izmijenjena primjena kemikalija i pomoćnih materijala nego kod normalnih vlaknatica. Novim je postupkom postignuto, da će cijena ovih ploča biti za oko 20% niža od one za specijalne tvrde vlaknatices (Spezial-Hartplatten). Osim toga izgleda, da će tvrde vlaknatices s ovim produktom unatoč već sada velike potrošnje osvojiti nova uporabna područja (Holzforsch. u. Holzverw. 14, 1962, 5/6).

## IVERICE ZA SUŠIONIKE ČAJA

Kod izrade sušionika za čaj u najnovije vrijeme počimaju upotrebljavati ploče iverice. One su se za ovu svrhu pokazale vrlo prikladne s obzirom na njihovu malu vodljivost topline, stabilnost, neznatno izbacivanje i otpornost protiv vatre (Holzforsch. u. Holzverw. 14, 1962, 5/6).

## EVROPA ĆE DO 1975. GODINE BITI DEFICITARNA NA DRVU

Međunarodna je organizacija FAO (OUN) na posebnoj konferenciji u Rimu (oktobar 1962) razmatrala pitanje pomoći tropskim državama u cilju njihovog osposobljenja za eksport drvno-industrijskih preradevina. Iz iznijetih se referata može zaključiti, da Evropa ide u susret deficitu na drvnim produktima, a taj će se osjetiti najdalje 1975. godine. Evropski se je import drveta tropskih listača u toku zadnjih deset godina povećao od jednog na četrnaest milijuna m<sup>3</sup>. Tendencija će porasta trajati dalje.

Evropa je sve do 1950. godine bila eksportno područje za šumske proizvode ali je već 1960. godine postala importno područje, koje godišnje uvozi blizu 10 milijuna m<sup>3</sup>. Za 1975. se godinu predviđa, da će evropska potreba na papiru, pljenoj građi i materijalu za vještačke ploče biti tolika, da će se moći pokrивati jedino uvozom u vrijednosti od godišnjih 2.000 milijuna dolara. Razumljivo je, da će porasti i evropska

produkcija a tako isto i uvoz iz Sovjetskog Saveza i Sjeverne Amerike. Ali će se vrlo veliki dio potreba morati podmirivati iz tropskih zemalja (Holzforsch. u. Holzverw. 14, 1962, 5/6).

## NOVI ENGLESKI PRODUKT IVERICA »WONDERBOARD«

Poduzeća Aircrow-Weyroc Ltd i Bakelite Ltd počela su izrađivati novi tip dekorativne građevne ploče »Wonderboard« i već stavila u promet.

Ove se ploče izrađuju iz Weyroci iverica i specijalnih Waverit-furnira po naročito postupku. Za lijepljenje služi ljepilo iz umjetnih smola, otporno na vodu i vlagu. Ipak se preporučuje, da se rubovi ploča posebno izoliraju u slučajevima, kad kod upotrebe moramo očekivati utjecaj vlage. Ploče imaju dekorativnu površinu samo na jednoj strani, dok je druga strana furnirana (Holzforsch. u. Holzverw. 14, 1962, 5/6).

## NR RUMUNJSKA JEDAN OD NAJVAŽNIJIH IZVOZNIKA U SVIJETU

Kao eksportna zemlja NR Rumunjska zauzima jedno od prvih mjesta u svijetu s obzirom na izvoz četinjave i bukove piljene građe. Velike količine izvozi u afričke zemlje (Alžir, Libija, Maroko, Sudan, Tunis i UAR), Zapadnu Aziju (Irak, Jordanija, Libanon, Sirija i Saudijska Arabija) i Južnu Ameriku (Argentina i Uruguay). Od evropskih je država 1961. godine Italija uvezla 2,7 puta a Savezna Republika Njemačka 3,8 puta toliko koliko 1954. godine. Osobito je značajan izvoz parene i neparene bukove piljene građe. Veliki dio zemalja Evrope (među njima naročito skandinavske države), Azije i Bliskog Istoka pokriva svoje potrebe na bukovini uvozom iz Rumunjske (Holzindustrie, 16, 1963, 1).

## VLAKNASTO-IVERASTE PLOČE

Sovjetski stručni časopis »Derevoobrabatovajuščaja promyšlennost« (Moskva, 1962, 3) donosi prikaz o načinu proizvodnje novog tipa vještačkih ploča pod nazivom »vlaknasto-iveraste ploče«. Radi se o preradevini, koja stoji na srijedi između vlaknatica i iverice. Vlaknasti sloj vrši ovdje funkciju veziva pa zamjenjuje sintetske smole, koje se

rabe kod produkcije iverica. Kao vlaknasta materija služi obična drvena defibratorska ili rafinerska masa, kako se upotrebljava kod izrade vlaknatica. Razlika je samo u boljoj obradi (finije mlivo), a u ovu se svrhu može upotrebiti i makulaturni papir.

## NOVITETI U IZGRADNJI STUBIŠTA

Prema dosad uobičajenim metodama izvedbe drvena stubišta traže razmjerno mnogo radnih sati. To je često i uzrok, da se kod konstrukcije stubišta prelazi na druge materijale. U časopisu »Bauen mit Holz« je objavljen prikaz o izvedbi stubišta uz upotrebu međusobno slijepljenih ploča iverica. Postupak donosi znatne prištednje ne samo u materijalu nego i u izdacima. Uspješni su eksperimenti s raznim kombinacijama iverica provedeni u Švicarskoj. Međutim prvo je stubišta izveo iz isključivo slijepljenih iverica još 1958. godine arhitekt O. Steinhöfel u Düsseldorfu. Esperimentu su na opterećenje dali povoljne rezultate. Ipak su još potrebni pokuši o izboru najpovoljnijeg načina lijepljenja i o izvedbi sudarnih rezača a posebno pokuši o čvrstoći stepenica protiv habanja (u slučajevima, kad se ove ne zaštićuju posebnom prevlakom iz umjetnih masa). Perspektiva se uvođenja ovog stubišta ocjenjuje kao vrlo povoljna (Holzforsch. u. Holzverw. 14, 1962, 5/6).

## LAKI BETON S IVERJEM IZ DRVETA

Časopis »Lumberman« (februar 1962) izvještuje o izvršenim eksperimentima na univerzitetu Washington, koji su izvršeni u svrhu proizvodnje lakog betona, u kojem je pijesak zamijenjen iverjem iz drveta. Nova je vrsta betona vrlo prikladna za izgradnju manjih kuća i poljoprivrednih građevnih objekata a napose kao materijal za nasipe. Čvrstoća ovog betona ide do 1000 pounds/sq. i (453,6 kg/ 6,452 cm<sup>2</sup> ili oko 70 kg na cm<sup>2</sup>) odnosno čini jednu četvrtinu one kod običnog betona. Međutim je novi beton za 2/3 lakši (Holzforsch. u. Holzverw. 14, 1962, 526).

## UKLANJANJE PLIJESNI SA ZIDOVA

U kuhinjama se i u vlažnijim stambenim prostorijama mogu često primjetiti neugodno sivo ili zeleno-

# svijeta

## DRVNE INDUSTRIJE •

crna obojenja, koja izazivaju naročite gljivične vrste. Za život je tih gljivica potrebna izvjesna vlažnost, a takovu daje osobito u kuhinjama kondenzirana voda.

Protiv ove su se pojave do sada općenito upotrebljavali vapneni premazi. Ta je metoda doduše jeftina ali se mora često obnavljati, jer u protivnom gubi djelovanje. Na vlažnim stropovima treba ove premaze obnavljati svake godine. Međutim ako se za premaz upotrebe specijalne boje, djelovanje traje 3—4 godine, pa se već tim amortiziraju nešto veći troškovi nabave. Danas se već izrađuju boje, kojima su dodani fungicidni sastojci. Tako u velikoj mjeri djeluju toksični cinkov oksid i žvln klorid. Ovaj se potonji mnogo rabi kao zaključni (konačni) premaz u omjeru od 1 : 500 do 1 : 900 (jedan dio živinog klorida na 500 odnosno 900 dijelova boje). Za istu svrhu mogu kao profilaktično sredstvo poslužiti i boje s dodatkom spojeva bakarnog oksida. Ovi se rabe u koncentraciji od 5%. Od manje su se toksičnih kemikalija pokazali kao uspješni timol, silikofluorid i anhidrid ftalne kiseline.

Kod provedbe ovih mjera važi sljedeće: zid se mora najprije oprati s otopinom od 0,5 kg fosforno-kiselog natrija u 4 litre vode. Zatim se čisti sa četkom i poslije toga ispere čistom vodom. Ako s ovim još nije uklonjeno gljivično oboljenje, onda se za čišćenje mora uzeti otopina od jednog dijela živinog klorida na 300 dijelova vode (1 : 300). Pritom kod posla treba navući gumene rukavice, da ne nastupe upale kože. Napominje se, da uklanjanje ovih oboljenja nema samo estetsko nego i higijensko značenje. Uz neugodnu boju gljivice razvijaju i neprijatan zadah, koji je kod osjetljivih osoba štetan po zdravlje (Holzforsch. u. Holzverw. 14, 5/6).

### ALUMINIJSKE BOJE KAO ZAŠTITA DRVETA

Kao zaštita se od vremenskih nepogoda kod drvenih građevina a tako i kao zaštita protiv vatre danas smatraju kao vrlo efektne aluminijske disperzione boje polivinil acetata i stirol-butadiena. Aluminijske bituminozne se boje mogu uspješno upotrebljavati za premaze krovova, čamaca i podvodnih građevina (Holzforsch. u. Holzverw. 14, 1962, 5/6).

### KOMPRESIRANO DRVO IZ TRSKE

Na području UAR iznosi godišnji etat svega oko 30.000 m<sup>3</sup>. Da bi se pokrila potreba republika je uvozila godišnje prosječno 1,6 milijuna m<sup>3</sup> što oblog a što prerađenog drveta. Ovoliki se import danas već ne može izdržati zbog nedostatka deviznih sredstava. Radi toga tamošnji stručnjaci vrše uz pomoć japanskih eksperata pokuse prešanja otpadnog materijala šećerne trske u svrhu proizvodnje jedne vrste lignostona. U koliko pokusi uspiju, zemlja bi se oslobodila uvoza raznih vještačkih ploča. U prosjeku je osnivanje ovakove tvornice u Dossouku (Donji Egipat) s početnim kapacitetom od 5.000 t komprimiranog materijala godišnje. Inače u Egiptu postoje dvije veće tvornice šperploča, u Kairu i u Aleksandriji, s ukupnim godišnjim kapacitetom od 3.000 m<sup>3</sup>. One prerađuju drvo egzota, koje se uvozi iz zemalja Zapadne Afrike (Holzindustrie, 16, 1963, 1).

### NOVE TENDENCE KOD UPOTREBE DRVETA U RUDARSTVU

Za rudno drvo postoji u svijetu prilično velika potražnja. Najveći su potrošači ugljenokopi (preko 90%) ali znatne količine troše i drugi rudnici (željezo, škrljevac, potaša i dr.). U izvještaju se sekretarijata evropske privredne komisije (ECE) navodi, na će razvoj rudarstva a napose vađenje kamenog ugljena imati posljedica za potrošnju drveta. Potreba se na kamenom ugljenu povećava pa izgleda, da će većina zemalja svoju dosadanju proizvodnju odmah povećati ili će u najmanju ruku za razdoblje 1960 — 1965. godine zadržati na istoj visini. Što se tiče drveta predviđanja kazuju, da će kod većine zemalja njegova upotreba padati. Izuzev Sovjetski Savez bit će svagdje drugdje, gdje to dopuštaju tehnički i ekonomski momenti, drvo zamijenjeno drugim materijalima. Ovu će zamjenu ubrzati razvoj mehanizacije i akcija za veću produktivnost kod vađenja kamenog ugljena. Ali ipak će tamo, gdje se pojave neočekivane geološke i druge poteškoće, drvo i nadalje zadržati svoje pozicije.

Obavještenja iz raznih zemalja iskazuju, da će ukupna potreba na drvetu za sve evropske rudnike osim Sovjetskog Saveza vjerojatno padati i to do 1965. god. za okruglo 4% odnosno za nekih 700.000 m<sup>3</sup> (u upoređenju sa stanjem 1960. godine). Potreba će na importu padati vjerojatno do 50% u istom vremenskom intervalu.

U izvješću se navedenog sekretarijata iznosi, da će drvena rudnička građa i nakon 1965. godine u zapadno-evropskoj produkciji kamenog ugljena zadržati tendenciju degresije, ali će ova biti manja od sadašnje. Mnogo će zavisiti od toga,

kakav će biti odnos drveta i alternativnih materijala u ekonomskom pogledu. Količina, koju rudarstvo treba u najbližoj budućnosti, iznosi godišnje oko 20 milijuna m<sup>3</sup> u Sovjetskom Savezu a 16 milijuna m<sup>3</sup> u ostalim evropskim zemljama (Holzforsch. u. Holzverw. 14, 1962, 5/6).

### OPTIMALNE KONSTRUKCIJE PROZORA

Institut za građevinarstvo u Hannoveru objavljuje svoj izvještaj o istraživanjima konstrukcije prozora na uzornim građevinama. Do sada su obrađeni podaci za preko 7.590 prozora, koji su ugrađeni u 9 raznih građevina a u 77 raznih tipova prozora (po obliku, konstrukciji i materijalu). Svrha je bila rada instituta, da ustanovi, kako prozori udovoljavaju svom zadatku kao funkcionalni i kao konstrukcioni elementi u građevinarstvu. Od prozora naime zavisi: dovoljno osvetljenje, upravljiva promaja, nesmetani vidik, zaštita od vremenskih nepogoda i zaštita od buke. Danas postoji oko 2.000 tipova prozora, koji se međusobno razlikuju u bitnim konstrukcionim elementima, pa navedene zadatke vrše raznoliko s obzirom na opseg i troškove. Studija pojedinih tipova po njihovoj vrijednosti (uz uvažavanje troškova nabave i održavanja) daje argumenat o tome, koji tip i pod kojim uvjetima iskazuje optimum u razmjeru s troškovima.

Najvažniji je zadatak prozora, da u prostorijski omogući dovoljan pristup danjeg svjetla. U njemačkom se građevinarstvu praktikuje načelo, da općenito površina prozora mora biti veća od 1/10 površine poda u prostorijski. U elaboratu je obrađeno i pitanje zračenja prostorijski, ma da prozor samo kod ekstremno visokih formata omogućuje dovoljnu promaju. Ova je funkcija zavisna od načina otvaranja, veličine i visine ograde, smještaja prostorijski, načinu korišćenja (dnevna ili spavaća soba), položaju zgrade i vidiku (zidovi ili park). Međutim prozor ima u izvjesnoj mjeri i funkciju kao vanjska stijena. Zaštita od vlage (atmosferska voda izvana i taloženje rose iznutra) i statički zahtjevi nisu u ovom radu obuhvaćeni, jer se sadašnja rješenja uzimaju kao poznata. Izolacija je prozora s obzirom na razlike između vanjske i unutarnje temperature neznatna u vezi s malom debljinom stakala, okvirnog materijala i propusnosti sastavaka. Izolacija je s obzirom na buku potrebna tamo, gdje vanjski žamor smeta boravku u prostorijski. Za zaštitu od buke se predlažu jednake mjere kao i kod zaštite protiv razlika u temperaturi. Zaštita protiv vjetrova zavisi od solidnosti i sklapanja uto- ra te njihovog priključka o zidove. Svi su ovi zahtjevi obrađeni deskriptivno i numerički (Holzforsch. u. Holzverw. 14, 1962, 5/6).



# 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 vrsta skraćenom obliku. Međutim, skrećemo pažnju čitaocima i pretplatnicima, kao i svim zainteresiranim poduzećima i licima, da smo u stanju na zahtjev izraditi cjelokupne prijevode ili fotokopije svih članaka, čiji su prikazi ovdje objavljeni. Cijena prijevoda je 15.000 Din po autorskom arku (t. j. 30.000 štampanih znakova), a fotokopija formata 18 × 24 Din 200 — po stranici. Za sve takve narudžbe i informacije izvolite se obratiti na Uredništvo časopisa ili na Institut za drveno-industrijska istraživanja — Zagreb, Gajeva 5/V.

## 1. — BOTANIKA, ENTOMOLOGIJA, FITOPATOLOGIJA

11. — Odnos između upijanja gama zraka, vlažnosti drva i specifične težine (The relationship between gamma ray absorption, and wood moisture content and density) — W. L o o s, »Forest Products Journal«, ožujak 1961.

Ako nam je poznata spec. težina i stupanj vlažnosti drva, vrlo brzo i tačno možemo odrediti i druga njegova svojstva mjerenjem slabljenja gama zraka kroz određenu debljinu.

12. — Novi postupak za analiziranje godova i određivanje spec. težine mjerenjem površinske strukture (Ein neues Verfahren der Jahringanalyse und der Rohdichte bestimmung durch Messung des Oberflächengefüges) — J. E. M a r i a n, »Holz als Roh Werkstoff«, kolovoz 1960.

Novost ovog postupka sastoji se u primjeni elektronskog kontakt aparata pomoću kojeg se očitavaju dimenzije ćelularnih stijena i raspodjela ranog i kasnog drva u godu, poroznost, sastav ćelularnih stijena i specifična težina. Usporedba ove metode s drugim ovoj daje prednost zbog perspektivne primjene u šumarskoj botanici, genetici i uzgoju.

12. — Klimatski utjecaj u toku 1959. g. na raspored oblika ćelija, duljinu vlaknaca i širinu provodnih sudova kod nekih vrsta drva (Einfluss der Jahreswitterung 1959 auf Zellartverteilung Faserlänge und Gefässweite verschiedener Holzarten) — H. S c h u l c, i W. K n i g e, »Holz a. Roh u. Werkstoff«, kolovoz 1961.

Pokusi su vršeni na drvu hrasta, smreke, bukve i bora. U članku je razrađen sistem uzimanja proba, njihova obrada i metode mjerenja i na kraju rezultati.

## 2. — NAUKA O ŠUMARSTVU, ŠUMSKO GOSPODARSTVO

21. — Utjecaj ekspozicije na raspored specifične težine drva u smrekovim sastojinama (Einfluss der Himmelsrichtung auf die Verteilung der Raumdichte der Holz in Fichtenbeständen) — K. S t e r n, »Holz a. Roh und Werkstoff«, lipanj 1961.

Razni faktori utječu na specifičnu težinu drva. Autor ovdje opisuje razlike u specifičnoj težini koje nastaju između pojedinih drveća u jednoj istodobnoj sastojini i ispituje zakonitosti po kojima do istih razlika dolazi.

24. — Teoretska studija o rentabilnosti mehanizacije u šumarstvu (Esquisse d'une étude théorique de rentabilité des machines forestières) — P. B r u n e t, »Revue forestière française«, svibanj 1961.

Mehanizacija šumskih radova može biti rentabilna samo ako se radi o proizvodnji znatnijih količina. U tom slučaju učinak mehanizacije za dva do tri puta nadmašuje učinak tradicionalne tehnike. Studija se odnosi na radove u šumama sa čistom sječom.

24. — Izvršenje plana eksploatacije uz primjenu mehanizacije (Development of a tailor made mechanical logging program) — S. J. S i m o n s, »Forest Products Journal«, listopad 1960.

Prilog poznavanju mehanizacije šumskih radova i poboljšanju metoda eksploatacije na osnovu kanadskih iskustava. Primjerima se prikazuje, koliko usavršenje opreme utječe na efikasnost radova i ekonomičnost proizvodnje u šumarstvu.

## 3. — FIZIKA

32. — Zajednički utjecaj promjena temperature i sadržaja vlage na deformiranje drva (Ueber den Einfluss gleichzeitiger Temperatur — und Feuchtigkeitänderung auf die Verformungen des Holzes) — T. P e r k i t n y i L. H e l i n s k a, »Holz a. Roh u. Werkstoff«, lipanj 1961.

Pokusi su vršeni na svježim bukovim štapovima, dimenzija 1000 × 10 mm, zatim iz vanjskih zona debla. Ovi su se štapani izlagali uzastopnom vlaženju, sušenju i temperaturnim promjenama od 15° do 100°C. Dimenzionalne promjene koje su uslijed ovoga nastale mjerene su tačnošću do 0,005 mm.

33. — Promjene strukture drva izazvane mehaničkom neutralizacijom bubrenja i utezanja (Strukturelle Veränderungen in Holz bedingt durch mechanische Behinderung des Quellens und Schwindens) — G. W e r m a, S. G' h o s p i D. N a r a y a n a m u r t i, »Holzforschung und Holzverwertung«, travanj 1961.

Autor ističe značaj promjena uzrokovanih radijalnim i tangencijalnim pritiskom na ćelije parenhima, na sudove i žice drva, diferencirajući pojedine od ovih pojava.

## 4. — NAUKA O ČISTOĆI

40. — Čvrstoća drva bijelog bora (Pinus Silvestris) (Über die Dauerfestigkeit des Kiefernholzes) — R. S i e m i n s k i, »Holz a. Roh u. Werkstoff«, listopad 1960.

Na osnovu studija o čvrstoći srca i bjelike dolazi se do zaključka da se jedno i drugo može bez razlike upotrijebiti kod nosivih građevnih konstrukcija. U članku se iznose podaci odgovarajućih ispitivanja i to tabelarno, grafički i fotografski.

40. — Utjecaj stlačivanja drva na njegovu statičku čvrstoću i čvrstoću na lom (The effect of pre-compression on the static and impact bending of wood) — W. M. H u d s o n, »Wood«, siječanj 1961.

Pokusi su vršeni na drvu duglazije i jelovine (Abies procera). Nakon opisa toka pokusa autor zaključuje da se posljedice komprimiranja drva više odražavaju na čvrstoću na lom nego na statičku čvrstoću.

49. — 63.2 — Brzo određivanje čvrstoće poprečno na vlaknaca kod iverica (Schnelle Bestimmung der Querszugfestigkeit von Holzspanplatter) — H. A. M a y i A. B u r o, »Holz Zentralblatt«, kolovoz 1960.

Uz opis uzoraka i proba daje se uvid u metod i način za brzo određivanje čvrstoće poprečno na vlaknaca kod iverica. Usporedba s ostalim poznatim metodama govori u prilog ovog kao bržeg i praktičnijeg.

**52. — Formiranje drva i lignina** (Entstehung der Holzes und des Lignins) — K. Freudenberg, »Holz a. Roh u. Werkstoff«, kolovoz 1960.

Nakon kraćeg uvoda autor se osvrće na formiranje drva i lignina i na pojave koje se javljaju s tim u vezi. Opisuje nastajanje prirodnog i bio-sintetskog lignina, zatim biosintezu i ukrućenje lignina pomoću polisaharida. On također razmatra formiranje lignina kod ljštača i iznosi rezultate vlastitih zapažanja i istraživanja.

**52.1 — Razvoj i stanje proizvodnje sulfatne celuloze** (Entwicklung und Stand der Sulfatzellstoff-Erzeugung) — F. J. Hermann, »Holzforschung«, travanj 1960.

Studija obrađuje tehničku i tehnološku stranu problema, kao što je proces parenja s opisom odgovarajućih instalacija, ekstrakciju kem. sastojina počev od lužine, zatim dobivanje kem. produkata putem gazi-fikacije i oksidacije crne lužine. Tretira se također problem nuzprodukata i pročišćavanja otpadnih voda.

**52.3 — Prilog biogenesi lignina** (Zur Biogenese des Lignins) — K. K r a t z l, »Holz a. Roh und Werkstoff«, lipanj 1961.

Radi se o studiji o izotopima grupe bečkih stručnjaka. Posebna pažnja obraća se sintezi aromatskih materija i produktima redukcije, kao i analitičkim metodama koje daju produkte redukcije počev od aktivnog lignina.

## 6. — KEMIJSKA UPOTREBA DRVA

**63.2 — Automatske miješalice za industriju iverica** (Automatischeskije agregati — smesiteli dlia proizvodstva drevesno-strogečnih plit) — A. L. J h o g o l e v, »Derevoobrativajućaja promišljenost«, kolovoz 1959.

Daje se opis dviju automatskih miješalica, jedne instalirane uz pilanu, a druge uz tvornicu namještaja u SSR-u. Prva radi na principu natresanja — vibratora, a druga na bazi bubnja.

## 7. ZAŠTITA I SUŠENJE

**71. — Postupci za kontrolu kvalitete postupaka zaštite drva** (Voraussetzungen einer Guteüberprüfung von Holzschutzarbeiten) — G. Becker, »Holz Zentralblatt«, prosinac 1960.

Iznose se motivi i uzroci kontrole kvalitete postupaka kod zaštite drva s posebnim osvrtom na dubinu penetracije i količinu zašt. sredstva koje se utroši za zaštitu određene količine drvene mase.

**72. — Nova metoda za proučavanje kvarenja kreozota** (A new method for studying the weathering of creosote) — T. W. Smeal i C. W. Leach, »Forest Products Journal«, listopad 1960.

Probe se uzimaju iz drva koje se počelo raspadati. Na osnovu krivulje isparavanja kreozota iz pojedinih epruveta određuje se njegova postojanost. Podaci se uzimaju iz borovih stupova za vodove, koji su godinama bili ugrađeni.

**72.1 — Zaštita složajeva svježeg drva protiv gljivica putem uranjanja** (Protecting bulk-piled green lumber from fungi by dip treatment) — J. T. Drow, I. C. Scheffer, »Forest Products Laboratory« — brošura od listopada 1960.

Pokusima je ispitivan postupak kojim je svrha da se zaštiti bjelika od truleži i plavila. Za pokuse su služili uzorci drva južne borovine (pitchpine), raznih vrsta hrastovine, hikorija i duglazije. Pokusi su vršeni ovim tokom:

— uranjanje u zaštitnu tekućinu u trajanju od 5—10 sekundi,

— sušenje prirodno ili umjetno,

— ispitivanje efekta zaštite.

Postupak daje to sigurnije rezultate, što se drvo prije njemu podvrgne.

**75.1. — Američka metoda umjetnog sušenja drva** (An american method of kiln drying) — W. H. Brown, »Wood«, stud. 1960.

Radi se o novom američkom postupku umjetnog sušenja kod kojeg je karakteristično automatsko održavanje konstantne vlage i konstantne temperature u sušionici.

**75.4. — Sušenje pomoću pregrijane pare** (Kamera dlia skorosthoj souhki pilomaterialov peregritim parom) — E. A. Mikit, »Derevoobrativajućaja Promišljenost«, kolovoz 1959.

Daje se opis sušionice izgrađene iz armiranog betona, u kojoj se drvo suši pomoću pregrijane pare. Piljenice četinjača, debljine 25 mm, iz tek posjećenog debla, osuše se za samo 24 sata.

**77. — Griješke koje su susreću kod V. F. zagrijavanja** (Commonly encountered faults in R. F. heating) — J. Pound, »Wood«, studeni 1960.

Mnoge griješke utječu na efikasnost uređaja za V. F. zagrijavanje. Najviše ih proističe iz neodgovarajućeg sadržaja vlage u drvu. S tim u vezi autor daje upute za ispravno rukovanje V. F. uređajima.

**77. — Ponašanje na toplini i mehaničke napetosti koje nastaju kad se vlažno drvo zagrijava V. F. strujom** (Temperaturverhalten und mechanische Spannungen im nassen Holz bei Hochfrequenzwärming) — J. Gefahrt, »Holz a. Roh u. Werkstoff«, srpanj 1961.

Promjene koje nastaju kod vlažnog drva kad se ono izlaže V. F. zagrijavanju funkcija su specifičnog pretvaranja energije. Specifična snaga ovisi o napetosti i frekvenci struje i dielektričnim svojstvima drva. Ove faktore autor određuje za drvo primorskog bora. Studija nastajanja pukotina kod borovine u toku V. F. zagrijavanja otvara nove horizonte za matematičko proučavanje unutarnjih napetosti u drvu.

## 8. — MEHANIČKA TEHNOLOGIJA

**80.8. — Transportna sredstva u drvnoj industriji** (Das Förderwesen in der Holzindustrie) — H. Soine, »Holz a. Roh und Werkstoff«, kolovoz, studeni 1959, siječanj, ožujak, travanj, rujanj i listopad 1960.

U 7 nastavaka autor daje opis rada transportnih uređaja u drvnoj industriji s posebnim osvrtom na organizaciju rada s pojedinima od njih.

**81.2. — Novosti u konstrukciji tračnih pila** (Neuerungen im Bau von Bandsägemaschinen) — G. Lombardi, »Holz a. Roh u. Werkstoff«, studeni 1960.

Primjena principa simetrije u konstrukciji tračnih pila omogućava da se otkriju razne griješke, a prema tome i da se iste uklone i da se poveća učinak ovih strojeva. U članku se daju konstrukcioni detalji u vezi s odgovarajućim matematskim i geometrijskim postavkama.

**81.7. — Studija o brušenju drva trakom koja se pravolinijski pokreće** (Untersuchungen über dan Bandschleifen von Holz mit geradliniger Schnittbewegung) — G. Pahlitzch i K. Dziobek, »Holz a. Roh u. Werkstoff«, travanj 1959.

Pokusi su vršeni strojem tipa »Progres III« njemačke firme E. Carstens, a na drvu smreke, bora, topole, joha, bukve, hrasta i tika. Na kvalitetu brušenja imaju utjecaja ovi faktori: vrsta drva, smjer vlaknaca, dimenzije površine koja se brusi, pritisak i brzina trake kao i granulacija brusnog papira.

**83.1. — Ispitivanje 21 vrste ljeplja za drvo na bazi kaučuka** (An evaluation of 21 rubber-base adhesives for wood) — W. Z. Olson, R. F. Blomquist, »Forest Products Journal«, listopad 1960.

Ovo su prva ispitivanja ljeplja na bazi kaučuka. Svrha ispitivanja bila je da se ustanovi najbolji način primjene kao i čvrstoća pojedinih spojeva. Ova ljeplja ispoljavaju priličnu čvrstoću već odmah nakon nanošenja, ali im je na kraju čvrstoća nešto slabija nego kod običnih ljeplja. Osim toga na površinu koja se lijepi treba nanijeti po dva sloja ovog ljeplja.

83.1. — Ljepila i način njihove primjene kod lijepljenja drva zaštićenog protiv vatre (Adhesives and procedures for gluing fire-retardant treated wood) — A. Ropella, »Forest Products Journal«, listopad 1960.

Pokusi su vršeni s raznim vrstama ljepila — urea, rezorcinol i fenol-rezorcinolna. Sva ova ljepila pokazala su se prikladna za lijepljenje drva koje je prethodno prošlo postupak zaštite protiv vatre.

84.1. — Utjecaj nekih faktora na čvrstoću bridnih lijepljenih spojeva (Effect of certain variables on strenght of glued end joints) — K. H. Bassett, »Forest Products Journal«, studeni 1960.

Među faktorima koji utječu na čvrstoću bridnih lijepljenih spojeva najvažniji su: viskozitet ljepila, priprema površine i spec. težina drva. U članku se daju rezultati ispitivanja u tom pogledu s odgovarajućim uputama za praksu.

84.3. — Štrcanje (boja i lakova) bez uzduha (Das drucklefftfrei Spritzen) — W. Daniels, »Holz Zentralblatt«, rujan 1960.

Opisujući konstrukciju i rad četiri tipa ovih štrcaljki koje se koriste u Zap. Njemačkoj, autor preporuča ovu metodu nanašanja boja i lakova kao praktičnu i ekonomičnu.

87. — Nov način iskorištenja piljevine koji omogućava pojeftinjenje izgradnje cesta na močvarnim terenima (Sawdust blanket floats highway over peat bog and opens way to new use mill residues and allows economies in highway construction) — »The Lumberman«, studeni 1960.

U Britanskoj Kolumbiji piljevinu miješaju s pijeskom, a onda s tom mješavinom nasipavaju močvarne terene, da bi ih se osposobilo da se na njima izgrade ceste. Rezultati su zadovoljili.

## 9. — MEHANIČKA PRERADA — INDUSTRIJA DRVETA

91.1. — Novi postupak proizvodnje montažnih kuća (Ein neuer Weg zum Fertighaus) — G. Janovaky, »Holz Zentralblatt«, srpanj 1960.

Ovaj je postupak interesantan u poređenju s ostalim poznatim postupcima po tome što se orijentira na iskorištenje raznih drvnih otpadaka, koji u ovome nazive vrlo ekonomičan plasman.

91.5. — Savremeni prozori — dobra zvučna i toplotna izolacija (Neuzeitliche Holzfenster mit gutem Schall und Wärmeschutz) — E. Seifert, »Holz Zentralblatt«, prosinac 1960.

Nakon općeg izlaganja o konstrukciji prozora, autor opisuje neke detalje izrade savremenih prozora u njemačkoj građevnoj stolariji.

91.5. — Sadržaj vlage kod drva za krovne konstrukcije (The moisture content of roof timbers) — R. E. Hodges, »Timber Technology«, studeni 1960.

Istraživanjima je obuhvaćeno 5 vrsti krovnih konstrukcija da bi se ustanovio najidealniji sadržaj vlage (stambene zgrade, zgrade paviljonskog tipa, zgrade sa ili bez centralnog grijanja). Nakon opisa izvršenih pokusa i njihovih rezultata autor zaključuje da je za krovne konstrukcije najbolje drvo osušeno na 20% sadržaja vlage.

92. — Sadržaj vlage kod elemenata za građevne objekte (Moisture content of building structural members) — W. C. Hopkins, »Forest Products Journal«, listopad 1960.

Forest Products Laboratory u SAD poduzeo je opsežna istraživanja da bi se ustanovio dozvoljeni sadržaj vlage kod elemenata koji se ugrađuju u građevne objekte. Zapažanja su vršena na zgradama do godinu dana nakon ugradnje pojedinih elemenata.

96. — Montiranje i lijepljenje lakiranih elemenata namještaja (Montageverleimungen lackierter Möbeteils) — W. Dupont, »Holz Zentralblatt«, siječanj 1961.

U članku se ovaj problem tretira s gledišta racionalizacije proizvodnje, a polazeći od boljih metoda i mogućnosti lijepljenja lakiranih elemenata. Autor posebno obraća pažnju na ponašanje ljepila i na čvrstoću lijepljenih spojeva kod ovakvog načina rada.

90 — Utjecaj oblika skladišta piljene građe na duljinu transportnih puteva (Vliv tvaru skladu feziva na délku dopravních cest), O. Dobry, Dřevo, Praha, br. 3 (1962), str. 71—74.

Prostorni poredak općenito utječe u velikoj mjeri na ekonomičnost proizvodnje. Studija iznosi specijalnu metodu, po kojoj se može ustanoviti najpovoljniji oblik skladišta za piljenu građu. Ovaj postupak još omogućuje i otkrivanje rezerva, koje izlaze iz skraćanja unutarnjeg transporta u pogonu, uvjetovanog optimalnog formom skladišta. Prileže tri shematska crteža.

91.5 — Kritička opažanja kod današnjeg stanja izrade mozaik-parketa (Kritické připomínky k současné situaci v mozaikových parketách), R. Coufal, Dřevo, Praha, br. 4 (1962), str. 125—126.

Kritični osvrt na proizvodnju i polaganje mozaik parketa. Istaknuti su nedostaci u oku proizvodnje kao i nedostaci potrebnih materijala.

91.5 — Dijagram cikličnosti u građevnoj stolariji (Graf cykličnosti v stavebno-stolarskéj vyrobě), K. Staráček, Dřevo, Praha, br. 4 (1962), str. 107—111.

Studija se bavi analizom principa organiziranja poslovanja u građevnoj stolariji po dijagramu cikličnosti, koji je uveden u industrijskom poduzeću Drevina-Turany. Pojedina poglavlja obrađuju: zadatke poduzeća Drevina kod osiguranja potreba i njihovog podmirivanja za stambenu izgradnju, stanje tipova i specijalizaciju, metode za uvođenje dijagrama cikličnosti kod izrade prozora, ustanovljenje proizvodnih partija, sastav dijagrama cikličnosti, harmogram izdavanja i dovršavanja serija, povezivanje dijagrama cikličnosti s unutarnjim obračunavanjem u pogonu i zaključci. Studija sadržaje pet tabela i tri fotosnimke.

97 — Hitni zadatak — povećanje kvalitete namještaja (Naléhavy úkol — zvýšit kvalitu nábytku), Anonymus, Dřevo, Praha, br. 4 (1962), str. 111—113.

84.6 — Nova metoda ispitivanja za Spoluxyl-bjelilo »T« (Jak zkoušet Spoloxylovou bel »T«), V. Schahag — E. Pidra, Dřevo, Praha, br. 4 (1962), str. 117—118.

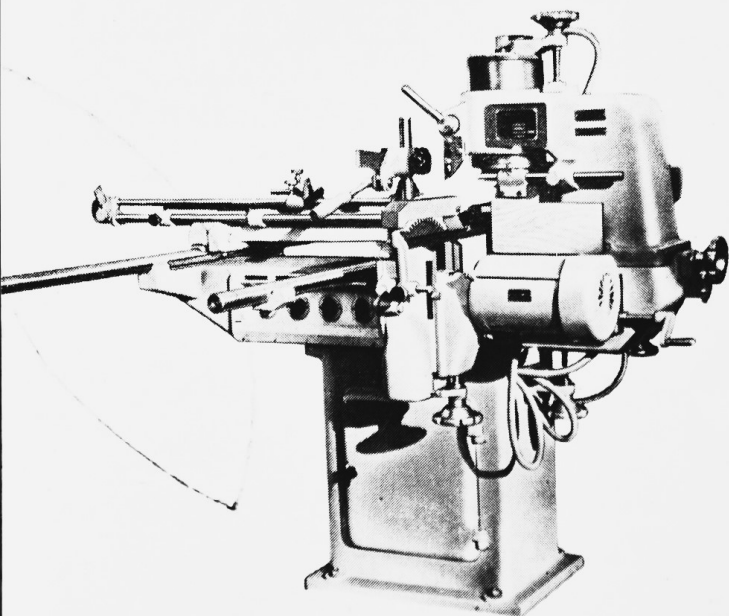
Spoloxyl-bjelilo »T« (prije Versatin-bjelilo) se danas upotrebljava u sve većoj količini kod izrade namještaja. Svrha je upotrebe egalizacija obojenja nakon dovršene površinske obrade. U radnji se donosi uputstvo, kako se može ispitati kvaliteta disperzije ovog bjelila i na što moguće jednostavniji način te pomoću sredstava, s kojima raspolažu pogoni. Osim toga se iznose instrukcije, kako se s ovim bjelilom postizava dobra kvaliteta površinske obrade. Radnja sadržaje dva crteža, tabelarna pregleda, fotosnimke i jedan dijagram.

U prikazu se iznose konstatacije iz konferencije, održane u Češkim Buđevovicama 27—28 februara o. g. o tzv. »Rosentaler« pokretu. Radi se o jednoj metodi, koja pomaže, da se poveća kvaliteta proizvoda pomoću dizanja interesa što moguće većeg broja suradnika kod izrade. Osnova je te metode u vlastitoj kontroli, koja je povezana s posebnim premiranjem za dobru kvalitetu ali koja odmah i ukazuje na nedostatke izrade.

98.3 — Kakove dašice za olovke treba proizvoditi (Jaká tužkárenska prkénka vyrábět), B. Schättinger, Dřevo, Praha, br. 3 (1962), str. 83—85.

Članak se bavi s pitanjem, kako se može povećati intenzitet korišćenja sirovine ko dizrade daštica za olovke (Bleistiftbrettchen). Međutim se postavljene prijedlozi mogu primjeniti i ko dproizvodnje drugih artikala, kod kojih su moguće ržne dimenzije bez štete za njihova funkcionalna svojstva. Sadržj pored teksta tri tabelarna pregleda.





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

**PROIZVODI STROJEVE ZA OBRADU DRVA:**

BLANJALICE, RAVNALICE, KOMBINIRKE, TRAČNE PILE, CIRCULARE, POVLAČNE PILE, KLATNE PILE, OBLIČARKE, TRUPČARE, HORIZONTALNE BUŠILICE, ZIDNE BRUSILICE ZA ČVOROVE, GLODALICE, VISOKOTURAŽNE GLODALICE, LANČANE GLODALICE, TRAČNE BRUSILICE, VALJAČICE, RAZMETAČICE, AUTOMATSKE BRUSILICE NOŽEVA, AUTOMATSKE BRUSILICE PILA.

**BRATSTVO**

TVORNICA STROJEVA, ZAGREB, PAROMLINSKA 58





# EXPORTDRVO

IZVOZ DRVA I DRVNIH PROIZVODA, ZAGREB — MARULIČEV TRG 11  
POSTANSKI PRETINAC 197 • TELEGRAMI: EXPORTDRVO — ZAGREB  
TELEFONI: 36-251, 37-323 • TELEPRINTER: 02-167  
FILIJALA I SKLADISTA: RIJEKA-DELTA II • TELEFONI: 26 60, 26 63 • TELEPRINTER: 025-29  
IZVOZI: PILJENO TVRDO I MEKO DRVO, SUMSKE PROIZVODE, TANINSKE EKSTRAKTE  
RAZNEVRSTENAMJESTAJA I DRUGE PROIZVODE OD DRVA  
PREDSTAVNITVA: LONDON, FRANKFURT A/M, NEW YORK, ALEXANDRIA