

Ispitivanje nekih fizičkih i mehaničkih svojstava iverica namijenjenih za proizvodnju namještaja i unutarnju upotrebu

Mr Salah Eldien Omer, dipl. ing.
Institut za drvo — Zagreb

Znanstveni rad

Prispjelo: 14. lipnja 1980.
Prihvaćeno: 10. veljače 1981.

UDK 634.0.862.2

Sažetak

Razvoj tehnologije proizvodnje iverica omogućio je proizvodnju kvalitetnih iverica za upotrebu u interijerima i eksterijerima. Kao za svaki proizvod i kod iverica treba stalno pratiti kvalitetu proizvedenih ploča. Brojna istraživanja povezana su s ispitivanjem svojstava iverica (35 svojstava) i to: općih svojstava, fizikalnih svojstava, mehaničkih svojstava, tehnoloških svojstava i otpornosti na razaranje. Od tih svojstava u ovom radu je ispitano 5 najvažnijih: gustoća, čvrstoća na savijanje, čvrstoća na raslojavanje, sposobnost držanja vijaka i bubrenje. Da bi se ustanovio utjecaj veličine uzorka na ispitivanje i razlika između nekih standarda, ispitivanja su izvršena prema propisima triju standarda JUS, BS i ASTM. Spomene su također neke nove metode za ispitivanje iverica, koje daju pouzdane rezultate o kvaliteti ploča.

Ključne riječi: svojstva iverica ispitana po JUS-u, BS-u i ASTM-u — nove metode za ispitivanje iverica.

TESTING OF SOME PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PARTICLEBOARDS FOR PRODUCTION OF FURNITURE AND INTERIOR APPLICATIONS

Summary

Development of technology in particleboard manufacture resulted in production of good quality particleboards for interior and exterior applications. Quality of manufactured particleboards should be closely watched just so as the quality of any other product.

Numerous research investigations are linked with test procedures of particleboard properties (35 properties), such as: general properties, physical properties, mechanical properties, technological properties and resistance to attack. Out of these properties the five most important properties have been tested: density, bending strength, tensile strength, screw holding power and swelling.

To establish the influence of the sample size to test procedure and the difference among certain standards, investigations have been made in compliance with provisions of three standards: JUS, BS and ASTM.

Some new methods of testing particleboards have been also mentioned giving reliable results on the quality of particleboards.

Key words: Properties of particleboards according to JUS, BS and ASTM — new methods of testing particleboards

UVOD

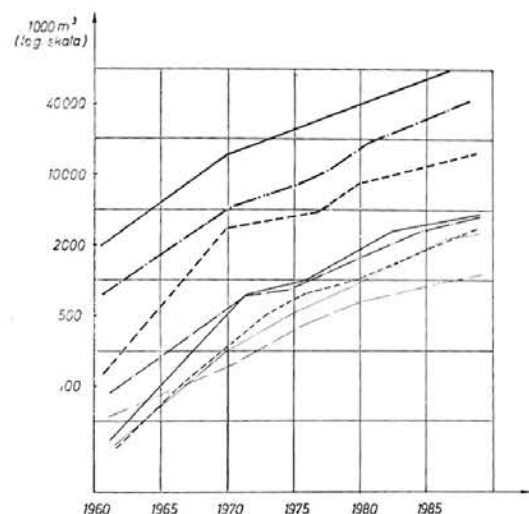
Na savjetovanju stručnjaka 1957. godine, organiziranog od UN u Ženevi, usvojena je i standardizirana iverica kao novi proizvod. Tada je iverica definirana kao: »Pločasti proizvod izrađen od malih komadića drva — iverja, ili od drugih lignoceluloznih tvari, koje su međusobno slijepljene umjetnom smolom (ljepilom) uz djelovanje topline, pritiska, vlage i katalizatora«.

Zahvaljujući naporima zainteresiranih industrijskih grana, osobito proizvođača namještaja i ljepila, znanstvenih organizacija i pojedinaca, proizvodnja iverica doživjela je veliki napredak. To je vidljivo iz grafikona na sl. 1. i 2.

Danas su ploče iverice orijentirane za sljedeće namjene:

— za proizvodnju namještaja (veći dio); — u građevinarstvu (za vanjske i unutarnje obloge); — kod izrade prometnih sredstava (željeznice, automobili, brodovi, avioni itd.); — u poljoprivredi i za sistem »uradi sam«.

Poznavanje svojstava iverica vrlo je značajno s obzirom da je ona relativno nov proizvod (od 1950. godine počinje redovna proizvodnja), a proizvodi se po različitim postupcima. Moderna tehnologija proizvodnje ploča iverica omogućuje postizanje bolje kvalitete vanjske površine, većih formata, preciznijih debljina, stabilnijih svojsta-

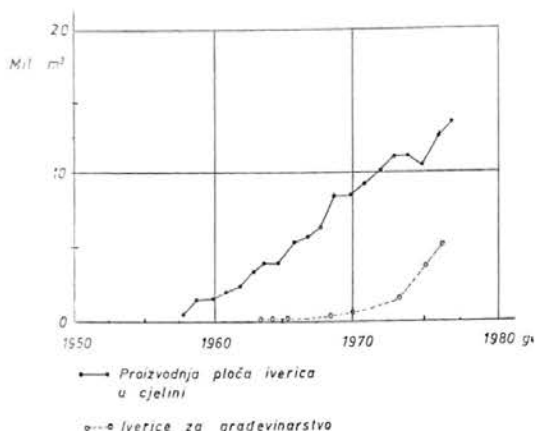


LEGENDA

- EVROPA
- SJEVERNA AMERIKA
- SSSR
- LATIN AMERIKA
- JAPAN
- OSTALA AZIJA
- OCEANIJA
- AFRIKA

Slika 1. Potrebe za ivericama

Fig. 1. World need for particleboard.

Slika 2. Godišnja proizvodnja ploča iverica u cjelini i posebno iverica za građevinarstvo u zemljama Evropskog zajedničkog tržišta u milijunima m³Fig. 2. Annual production of particleboard particularly as building material in ECM in million m³

va, zatvoreniju površinu, kompaktnije rubove, manja odstupanja u debljini, itd. To je omogućilo proširenje područja njezine upotrebe.

Provjera kvalitete ploča iverica (ispitivanja svojstava) vrši se u raznim zemljama, prema postojećim standardima. Zbog razlike u tim standardima, predviđenim metodama ispitivanja i dimenzijama epruveta, autor se odlučio ispitivati eventualni utjecaj metoda ispitivanja po JUS, BS ASTM na svojstva ploča.

Navedeni standardi izabrani su jer su najpoznatiji i najkompletniji za ispitivanje ploča iverica (DIN nije uzet u obzir, jer je JUS vrlo sličan DIN-u).

1.0 SVOJSTVA PLOČA IVERICA

Zahvaljujući modernoj tehnologiji, danas se mogu proizvoditi vrlo kvalitetne iverice. Kad se govori o kvalitetnoj iverici, misli se prije svega na njezina specifična svojstva, koja su joj široko otvorila vrata tržišta i osigurala povjerenje potrošača.

1.1. Faktori koji utječu na svojstva iverice

Ispitivanja utjecaja različitih faktora na svojstva iverica omogućila su poboljšanja kvalitete iverica. Na svojstva iverica utječu uglavnom slijedeći tehnološki faktori:

— vrste drva (sirovina); — oblik i veličina sirovine; — okorano ili neokorano drvo; — ostale lignocelulozne tvari (bagasa i drugi lignocelulozni materijali); — vrste i veličine iverja (rezano, mljeveno iverje, sitni ostaci proizvodnje ili drvna prašina); — metode sušenja iverja; — način uskladištenja; — vrsta i količina ljepila (količina suhe supstance ljepila u odnosu na količinu suhog iverja), katalizator, produživač i ostali do-

daci; — metode natresanja; — sadržaj vlage iverja prije nanošenja, konačni sadržaj vlage i kondicioniranje; — ciklus prešanja (temperatura, pritisak i vrijeme); — debljina ploče; — sadržaj stranih tijela (pijesak i sl.); — kvaliteta površine; — obrada površine; — furnirane ili obložene raznim folijama.

Uz sve te faktore potrebno je veliko znanje i iskustvo, da bi se osigurali optimalni rezultati.

1.2. Ispitivanje ploča iverica

Kada je počela veća proizvodnja ploča iverica i njihova široka primjena, bilo je potrebno da se nađu standardne vrijednosti za pojedina svojstva ploča i uz primjenu različitih metoda za ispitivanje.

U Evropi, odmah nakon proširivanja proizvodnje iverica, objavljeni su standardi u Engleskoj, Francuskoj, Švedskoj, Zapadnoj Njemačkoj, ČSSR, Istočnoj Njemačkoj, Poljskoj i SSSR-u.

Internacionalna organizacija za standarde (ISO) izdala je ISA TC 89, 92 i 51 na temelju raznih prijedloga i standarda iz raznih zemalja svijeta. Američko udruženje za ispitivanje materijala (ASTM Americal Society for testing and Materials) izdalo je svoj propis. Skoro svi veliki proizvođači iverica imaju propisane interne standarde za ispitivanje iverica. U USA postoji Udruženje proizvođača iverica i Internacionalno udruženje proizvođača drvnih proizvoda koji su pripremili i izdali više standarda.

F. Kollman, E. Kunzi i J. Stam obradili su i nabrojali svojstva koja treba ispitati, te načine ispitivanja ploča iverica prema standardnim metodama ispitivanja.

1.2.1 Svojstva

a) Opća svojstva:

1. dimenzije (duljina, širina, debljina),
2. boja
3. kvaliteta površine

b) Fizikalna svojstva:

4. gustoća,
5. sadržaj vlage,
6. upijanje i bubrenje,
7. propustljivost vode, ostalih tekućina i plinova,
8. ekspanzija nakon izlaganja temperaturi,
9. specifična toplina,
10. prijenos topline,
11. zračenje topline,
12. električna svojstva,
13. akustička svojstva,

c) Mehanička svojstva,

14. modul elastičnosti,
15. čvrstoća na vlak paralelno s površinom ploče,
16. čvrstoća na vlak okomito na površinu ploče,
17. pritisna čvrstoća okomito na površinu ploče,

18. čvrstoća na savijanje okomito i paralelno s dužinom ploče,
19. deformacija nakon opterećenja, puzanje,
20. čvrstoća na smik paralelno i okomito na površinu ploče,
21. ponašanje kod torzije,
22. ponašanje kod kompaktnog savijanja ili test probijanja (pritisna čvrstoća)
23. tvrdoća

d) Tehnološka svojstva:

24. stabilnost površine,
25. obrada strojem,
26. svojstva kod savijanja,
27. sposobnost držanja čavala (sila),
28. sposobnost držanja vijaka (sila),
29. sposobnost lijepljenja,
30. sposobnost primanja boja,

e) Otpornost na razaranje:

31. otpornost protiv abrazije,
32. otpornost na propadanje,
33. otpornost protiv insekata i termita,
34. otpornost na kemikalije (korozija),
35. vatrootpornost (reakcija na vatru).

Još uvijek postoje neslaganja oko potrebe ispitivanja svih navedenih svojstava iverica, ali navedena svojstva sigurno je potrebno ispitivati za sva područja upotrebe ploča iverica.

Suvremeni laboratoriji u svijetu još uvijek se bave ispitivanjima radi poboljšavanja svojstava i pronalaženja novih metoda za ispitivanje. U nastavku se daje kratak prikaz tih stremljenja.

1.3. Nove i praktične metode ispitivanja ploča iverica

1.3.1. Ispitivanje čvrstoće na raslojavanje s uzorcima oblika čepa

B. G. Heebink i G. J. Gatchell predložili su 1965. godine imenovanu metodu za ispitivanje čvrstoće kod iverica kao zamjenu za standardnu metodu određivanja čvrstoće na vlak okomito na površinu (raslojavanje). Ova metoda predstavljala je početak rada na razvijanju praktičnih metoda za ispitivanje unutrašnjih veznih sila ploča iverica. Na sl. 3. prikazan je uređaj za ispitivanje epruveta u obliku čepa.

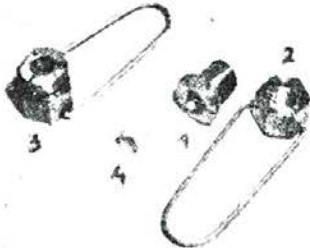
1.3.2. Određivanje čvrstoće na vlak okomito na površinu (raslojavanje) ploča uslijed torzije

Nakon više istraživanja i potraga za jednostavnom i jeftinom metodom, K. G. Shen i N. M. Caroll (Forest Products Laboratory, Ottawa, Canada) predložili su ovu metodu. Ovom se metodom ispituje čvrstoća na raslojavanje (odnosno unutrašnje vezne sile) na kvadratnim uzorcima od 1/2 do 2 inča (12,7 mm do 50,8 mm), pomoću testa torzije — posmika upotrebom kilo-ključa, kao što se vidi na slikama 4. i 5.



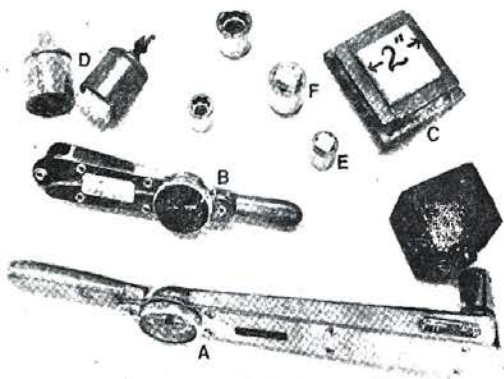
Slika 3. a) Uređaj za ispitivanje čvrstoće na raslojavanje pomoću proba oblika čepa

Fig. 3. a) Equipment for the torsion-shear test by means of round shaped pieces.



Slika 3. b) Dijelovi uređaja: 1 — šuplje hvataljke, 2 — matica, 3 — hvataljka s maticom, 4 — proba u obliku čepa.

Fig. 3. b) Parts of equipment: 1 — hollow pincers, 2 — nut, 3 — pincers with nut, 4 — test in form of round shaped piece.



Slika 4. Uređaj za ispitivanje proba kvadratnog oblika

Fig. 4. Equipment for testing square pieces

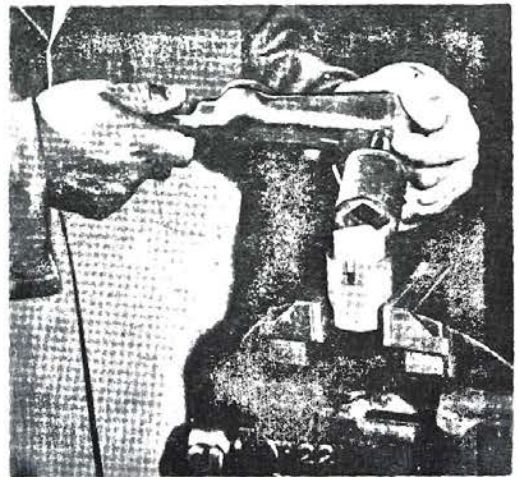


Slika 5. Slika prikazuje položaj zglobne čašice i ključa u momentu ispitivanja proba

Fig. 5. Position of the torque wrench and the socket

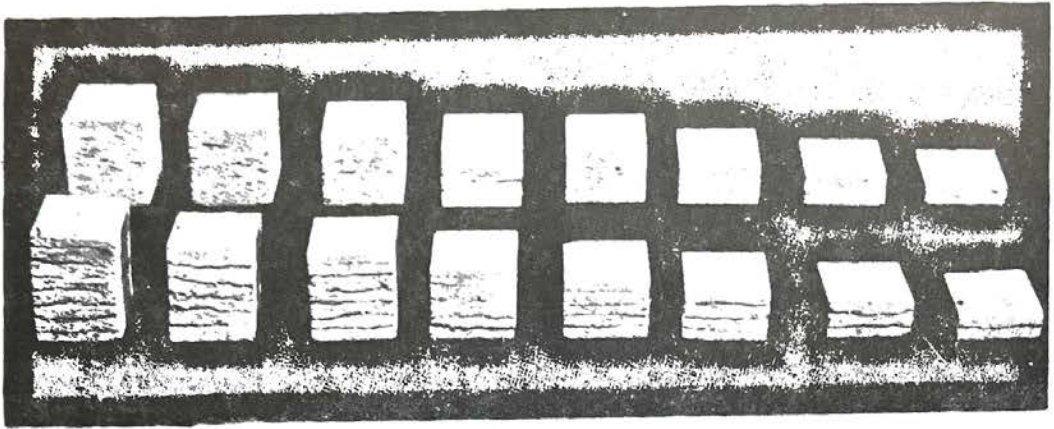
1.3.3. Određivanje čvrstoće na raslojavanje po slojevima

K. C. Shen i M. N. Caroll usavršavali su svoje ranije metode (1.3.2) za ispitivanje unutrašnjih veznih sila, tako da su dodatkom uređaja za regulaciju dubine čašice uređaja mogli ispitati čvrstoću pojedinih slojeva ploča iverica, kako se vidi na slici 6. i 7.



Slika 6. Uređaj za ispitivanje i položaj probe u momentu ispitivanja čvrstoće pojedinih slojeva ploča iverica.

Fig. 6. Equipment for testing and position of the specimen at the moment of measuring the layer-strength distribution



Slika 7. Različite debljine proba od jednog kvadratnog inča prije i poslije ispitivanja
Fig. 7. Different thicknesses of the specimen before and after testing

1.3.4. *Određivanje čvrstoće na raslojavanje iz uzorka*

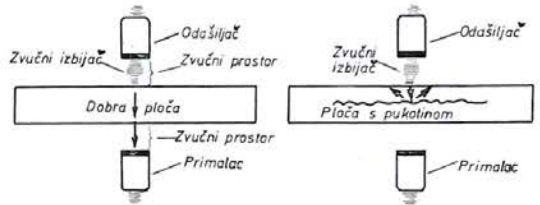
Nakon što se vidjelo da se kod navedenih dviju metoda (1.3.2. i 1.3.3.) nailazi na poteškoće kod pripreme i rezanja kvadratnih uzoraka, odmah se razvila ova metoda, kod koje se pomoću stroja za izradu čepova urežu utori do dubine 2/3 debljine ploče.

Ispitivanje se vrši metodom torzije — posmika pomoću uređaja koji se sastoji od diska s iglama za učvršćivanje uzoraka i kilo-ključa sa satnim mehanizmom za očitavanje sile kod loma, kao što se vidi na slici 8.

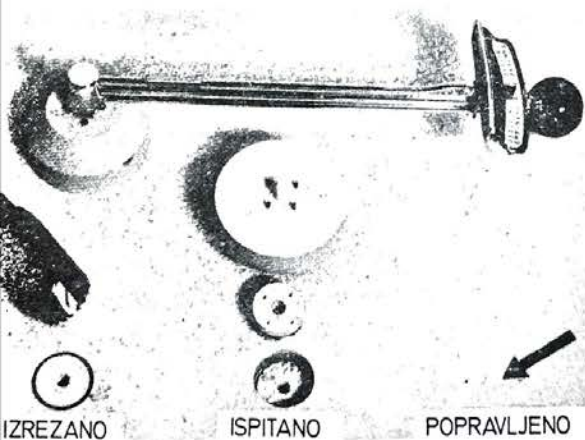
1.3.5. *Ispitivanje iverica pomoću automatskog detektora*

Tehnika ispitivanja ploča pomoću ultra-zvuka bila je poznata od ranije. Međutim, tek nakon

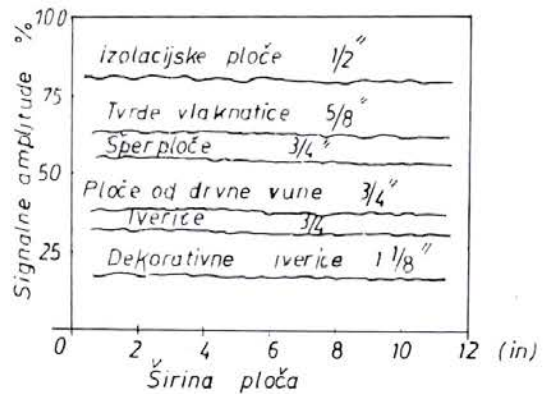
1968. godine proizveden je uređaj (sondikator) koji se mogao koristiti za ispitivanje ploča. Sondikator radi kod vrlo niske ultrazvučne frekvencije od 25 kHz, a sastoji se od dva senzora, prijenosnog odašiljača i primaoca, koji su smješteni iznad i ispod ploče (slika 9). Na slici 10. prikazane



Slika 9. Sondikator — shematski prikaz funkcioniranja uređaja
Fig. 9. Sondikator — and the way of equipment functioning



Slika 8. Urežan disk i kilo-ključ
Fig. 8. Prepared disc and the torque wrench



Slika 10. Linije širenja zvučnih valova — transmisija 25 kHz kroz uzorke ploče
Fig. 10. Line of sound wave transmission 25 kHz through the board specimen

su dobivene linije nakon ispitivanja različitih vrsta ploča. Ploče s greškom prepoznaju se po padu amplitude na sredini signala, kao što se vidi na slici 11. Korisnost ovog uređaja dolazi do izražaja kad se montira u proizvodnu liniju iza preše. Uređaj odmah signalizira ako proizvod nije u redu. Brzom informacijom koja se dobiva u kratkom vremenu omogućuje se maksimalna štednja u procesu proizvodnje.

1.3.6. Određivanje čvrstoće na raslojavanje ploča iverice ispitivanjem na smicanje

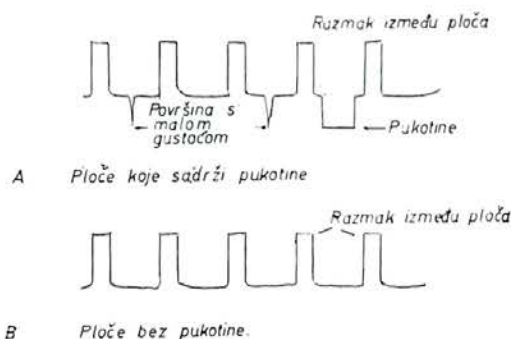
Ova metoda bila je predložena od Otta Suchlanda kao alternativa za standardnu metodu za ispitivanje čvrstoće na raslojavanje. Na ovom mjestu ne objašnjava se u detalje, jer je ista prikazana u »Drvnoj industriji« 1978, broj 5—6, str. 149—151.

2.0. ZADATAK ISPITIVANJA

Na osnovi proučavanja dosadašnjih metoda ispitivanja ploča iverica i problema vezanih uz to, u okviru ovog rada ispituju se najvažnija fizička i mehanička svojstva iverica koja daju ocjenu o kvaliteti ploča iverica prema propisima raznih standarda. Ovim ispitivanjem se željelo ustanoviti da li postoje i kolike su razlike u rezultatima ispitivanja, ako se ispitivanja vrše prema propisima raznih standarda.

Kako je općenito prihvaćeno, najvažnija fizička i mehanička svojstva ploča iverica su: — gustoća, — čvrstoća na savijanje, — čvrstoća na vlak okomito na površinu ploče (čvrstoća na raslojavanje), — otpornost na izvlačenje vijaka, — bubrenje u debljinu.

Za ova ispitivanja korišteni su propisi JUS, BS i ASTM.



Slika 11. Snimljeni segment linije širenja zvuka (7315 mm)

A — ploče s pukotinama

B — ploče bez pukotina

Fig. 11. Segment of sound transmission line (7315 mm)

A — board with cracks

B — boards without cracks

3.0. METODA RADA

3.1. Standardna ispitivanja

a) Prema jugoslavenskim standardima:

— uzimanje uzoraka	JUS D. Al. 100
— određivanje zapremine mase (gustoće)	JUS D. Al. 114
— čvrstoća na savijanje	JUS D. Al. 107
— čvrstoća raslojavanja	JUS D. Al. 106
— sposobnost držanja vijaka	JUS D. Al. 112
— bubrenje u debljinu	JUS D. Al. 104

b) Prema Britanskom standardu (British Standard, B. S.) su:

— određivanje gustoće	B. S. 1811:Part 2:(7)
— čvrstoća na savijanje	B. S. 1811:Part 2:(8)
— čvrstoća na raslojavanje	B. S. 1811:Part 2:(11)
— sposobnost držanja vijaka	B. S. 1811:Part 2:(13)
— bubrenje u debljinu	B. S. 1811:Part 2:(19)

c) Prema Američkom standardu (American Society for Testing and Materials, ASTM) su:

— određivanje gustoće	ASTM D. 1037:Part A: (Sections 124—125)
— čvrstoća na savijanje	ASTM D. 1037:Part A: (Sections 11—20)
— čvrstoća na raslojavanje	ASTM D. 1037:Part A: (Sections 28—33)
— sposobnost držanja vijaka	ASTM D. 1037:Part A: (Sections 61—67)
— bubrenje u debljinu	ASTM D. 1037:Part A: (Sections 124—125)

3.2. Izrada i priprema uzoraka

Standardna ploča debljine 16 mm za ispitivanje nabavljena je iz trgovačke mreže. Izabrana je debljina od 16 mm jer se najčešće upotrebljava u proizvodnji namještaja i interijera. Prvo je ispitana homogenost ploče radi utvrđivanja jednakosti kvalitete ploča kao jedne cjeline. Epruvete za utvrđivanje homogenosti ploče izrezane su prema shemi na slici 12. Dimenzije epruveta za pojedina svojstva u ovisnosti o standardu (JUS, BS, ASTM) prikazane su u tablici I.

Za ispitivanje svojstava ploča prema propisima navedena tri standarda, uzet je za svaki standard po jedan dio ploče. Izabrani dio ploče podijeljen je na tri uzorka, a od svakog uzorka uzeto je po 10 epruveta za pojedina svojstva, dakle ukupno 30 epruveta za ispitivanje po standardu za svako svojstvo. Epruvete su uzete tako da je polovina njih paralelna sa smjerom proizvodnje, a druga polovina okomita na smjer proizvodnje. Sve pripreme, te izrada uzoraka i epruveta obavljene su u Laboratoriju Institut za drvo, Zagreb.

Izrada epruveta, odnosno točnost dimenzija izrađenih epruveta, vrlo je pažljivo kontrolirana. Epruvete koje su odstupale od dozvoljene tolerancije po standardu (JUS) udaljene su iz ispitivanja.

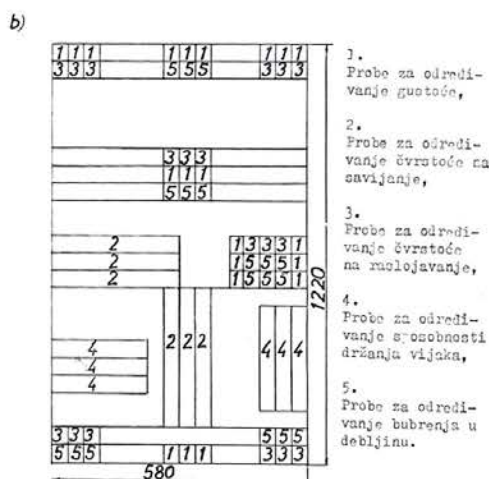
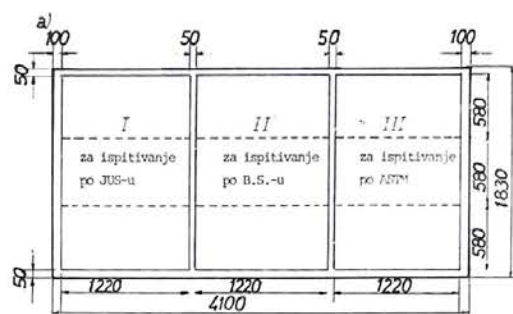
4.0. REZULTATI

4.1. Homogenost ploča

Ispitivanjem homogenosti ploča ustanovljeno je da se gustoća kretala u granicama od 0,790 do 0,820 g/cm³, a da je srednja vrijednost gustoće iznosila 0,811 g/cm³. Standardna devijacija je 0,01 g/cm³, a varijacijski koeficijent (v) = 1,239%, što pokazuje da je ploča homogena.

4.2. Gustoća

Srednje vrijednosti gustoća uzoraka ispitanih po JUS-u kretale su se u granicama od 0,800 do 0,808 g/cm³. Srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 0,802 g/cm³.



Slika 12. Shema uzimanja uzoraka i proba za ispitivanje
Fig. 12. Scheme of taking specimens and pieces for testing

DIMENZIJE EPRUVETA PREMA JUS-u, BS-u i ASTM-u ZA PREDVIDENA ISPITIVANJA
DIMENSION OF THE PIECES COMPLYING WITH JUS, BS AND ASTM.

Tablica I
Table I

Svojstva	Dimenzije proba (mm)				Po standardu	Ukupno
	JUS	BS	ASTM			
Gustoća (obujamska masa)	Šir. x duž. x deb. 100 x 106 x 16	Šir. x (16xd+25)xd 100 x 330 x 16	Šir. x duž. x deb. 75 x 152 x 16		30	90
Čvrstoća na savijanje	50 x (15a+50)xd 50 x 330 x 16	106 x 330 x 16	76x(34xd+50)x16 76 x 434 x 16		30	90
Čvrstoća na raslojavanje	50 x 50 x 16	40 x 40 x 16	50 x 50 x 16		30	90
Sposobnost držanja vijaka	50 x 150 x 16	75 x 75 x 16	76 x 152 x 16		30	90
Bubrenje debljine	100 x 100 x 16	200 x 100 x 16	304 x 304 x 16		30	90

Srednje vrijednosti gustoća uzoraka ispitanih po B. S.-u kretale su se u granicama od 0,774 do 0,780 g/cm³, a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 0,781 g/cm³.

Srednje vrijednosti gustoća uzoraka ispitanih po ASTM-u kretale su se u granicama od 0,758 — 0,767 g/cm³, a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 0,762 g/cm³.

Rezultati ispitivanja dani su u tablicama II i III.

Analizom varijance utvrđeno je da postoje visoko signifikantne razlike između rezultata dobivenih ispitivanjem po JUS-u, BS-u i ASTM-u.

$$F_0 = 4,88$$

$$F = 55,038436$$

$$F > F_0$$

Razlika je visoko signifikantna, što dokazuje da se rezultati dobiveni ispitivanjem gustoće po tri različita standarda znatno razlikuju.

REZULTATI ISPITIVANJA POJEDINIH UZORAKA (I, II, III) ZA SVAKI STANDARD S OBRADOM PODATAKA (SREDNJA VRIJEDNOST (\bar{x}), STANDARDNA DEVIJACIJA (s) I VARIJACIONI KOEFICIJENT (V))

THE RESULTS OF THE INVESTIGATION FOR EACH EXAMPLE (I, II, III), FOR EACH STANDARD AND THE CALCULATED DATA [\bar{x} , s, V%]

Tablica II
Table II

Svojstva	Broj epruveta	JUS			BS			ASTM		
		uzorak			uzorak			uzorak		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
Gustoća g/cm ³	10	\bar{x} 0,800	0,803	0,808	0,780	0,780	0,774	0,762	0,767	0,758
	10	s 0,009	0,010	0,013	0,015	0,016	0,009	0,011	0,017	0,020
	10	V% 1,129	1,280	1,591	1,880	2,051	1,163	1,502	2,179	2,594
Čvrstoća na savijanje kp/cm ²	10	\bar{x} 317,19	311,47	311,47	306,60	256,75	275,22	350,10	374,12	343,01
	10	s 13,43	9,22	17,09	14,70	18,92	12,48	21,46	15,51	7,66
	10	V% 4,234	2,96	5,57	5,51	6,92	4,54	6,13	4,13	2,23
Čvrstoća na raslojavanje kp/cm ²	10	\bar{x} 4,84	4,82	4,72	4,60	4,81	4,83	4,58	4,60	4,87
	10	s 0,56	0,62	0,70	0,99	0,64	0,74	0,58	0,57	0,52
	10	V% 11,47	12,93	14,77	21,54	13,26	15,32	12,61	10,13	10,64
Sposobnost držanja vijaka kp/mm	10	\bar{x} 139,13	140,47	139,73	152,87	153,67	155,50	132,33	130,47	133,93
	10	s 3,77	5,21	3,13	2,46	2,75	3,94	3,18	2,42	4,58
	10	V% 2,71	2,24	2,24	1,61	1,79	2,53	2,40	1,86	3,42
Bubrenje u debljinu u %	10	\bar{x} 8,49	9,14	8,72	10,08	11,39	9,64	7,56	7,30	7,67
	10	s 0,61	0,90	0,41	1,39	1,75	2,47	0,54	0,55	0,57
	10	V% 4,19	9,88	4,66	13,83	15,37	25,61	7,17	7,56	6,08

REZULTATI ISPITIVANJA PLOČA IVERICA PO JUS-u, BS-u i ASTM-u

THE RESULTS OF INVESTIGATIONS OF THE PARTICLEBOARD COMPLYING WITH JUS, BS, ASTM

Tablica III
Table III

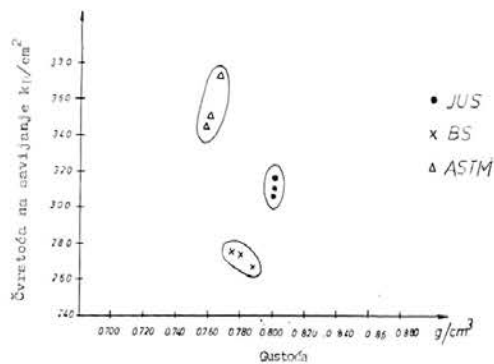
Svojstva	Broj epruveta po standardu	JUS			BS			ASTM		
		min.	\bar{x}	max.	min.	\bar{x}	max.	min.	\bar{x}	max.
Gustoća (g/cm ³)	30	0,785	0,802	0,8080	0,748	0,781	0,814	0,711	0,762	0,797
Čvrstoća na savijanje (kp/cm ²)	30	274,55	311,75	339,29	229,69	271,72	296,68	327,31	355,44	385,75
Čvrstoća na raslojavanje (kp/cm ²)	30	3,59	4,79	5,93	2,97	4,75	6,31	3,93	4,68	5,68
Sposobnost držanja vijaka (kp/mm)	30	8,33	8,74	9,29	9,29	9,62	10,17	7,88	8,27	8,88
Bubrenje u debljinu u %	30	7,06	9,06	10,94	6,25	10,37	13,44	6,25	7,50	8,62

4.3. Čvrstoća na savijanje

Srednja vrijednost čvrstoće na savijanje određene na uzorcima po JUS-u kretale se od 311,47 do 317,19 kp/cm², a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 311,75 kp/cm².

Prema BS-u, čvrstoća na savijanje na uzorcima kretala se u granicama od 256,75 do 306,60 kp/cm², a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 271,72 kp/cm².

Prema ASTM-u, čvrstoća na savijanje na uzorcima kretala se u granicama od 343,01 do 374,12 kp/cm², a srednja vrijednost cijele ploče uzorka iznosila je 355,44 kp/cm². Rezultati su dani u tablicama II i III, a grafički na slici 13.



Slika 13. Čvrstoća na savijanje (X) u ovisnosti o gustoći i metodi ispitivanja

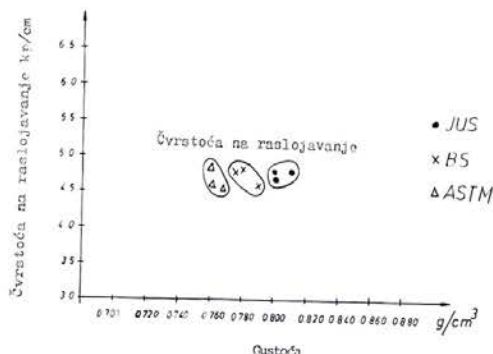
Fig. 13. Bending strength in dependence of density and the method of testing

Analizom varijance utvrđeno je da postoji visoko signifikantna razlika između dobivenih rezultata ispitivanjem po JUS-u, BS-u i ASTM-u.

$$F_0 = 4,88$$

$$F = 171,8394$$

$$F > F_0$$



Slika 14. Čvrstoća na raslojavanje (X) u ovisnosti o gustoći i metodi ispitivanja

Fig. 14. Tensile strength in dependence of density and the method of testing

4.4. Čvrstoća na raslojavanje

Srednje vrijednosti čvrstoće na raslojavanje određene na uzorcima po JUS-u kretale su se u granicama od 4,72 do 4,84 kp/cm², a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 4,79 kp/cm².

Srednja vrijednost čvrstoće na raslojavanje određena na uzorcima po BS-u kretala se u granicama od 4,60 do 4,83 kp/cm², a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 4,75 kp/cm².

Srednja vrijednost čvrstoće na raslojavanje određena na uzorcima po ASTM-u kretala se u granicama 4,58 do 4,87 kp/cm², a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 4,68 kp/cm².

Rezultati ispitivanja dani su u tablicama II i III i grafički na slici 14.

Analizom varijance utvrđeno je da nema signifikantnih razlika između dobivenih rezultata ispitivanja po JUS-u, BS-u i ASTM-u.

$$F_0 = 4,88$$

$$F = 0,1994942$$

$$F_0 > F$$

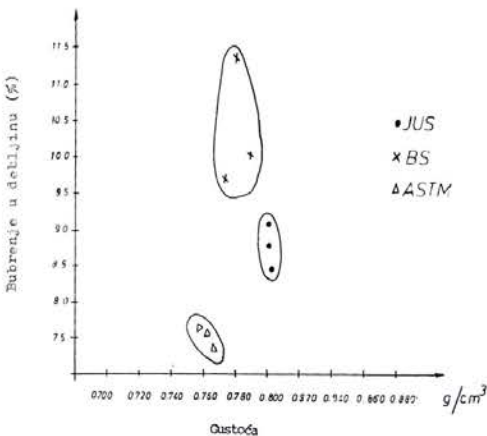
4.5. Bubrenje u debljinu

Srednje vrijednosti bubrenja u debljinu određene na uzorcima po JUS-u kretale su se u granicama od 8,49 do 9,14%, a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 9,06%.

Srednje vrijednosti bubrenja u debljinu uzoraka po BS-u kretale su se u granicama od 9,64 do 11,39, a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 10,37%.

Srednje vrijednosti bubrenja u debljinu uzoraka po ASTM-u kretale su se u granicama od 7,30 do 7,67%, a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 7,50%.

Rezultati ispitivanja dani su u tablicama II i III, a grafički na slici 15.



Slika 15. Bubrenje u debljinu (X) u ovisnosti o gustoći i metodi ispitivanja

Fig. 15. Thickness swelling in dependence of density and the method of testing

Analizom vrijednosti utvrđeno je da postoje visoko signifikantne razlike između rezultata ispitivanja po JUS-u, BS-u i ASTM-u.

$$F_0 = 4,88$$

$$F = 35,189603$$

$$F > F_0$$

4.6. Sposobnost držanja vijaka

Sposobnost držanja vijaka određivana je samo u smjeru okomito na površinu ploče.

Sposobnost držanja vijaka određena na uzorcima po JUS-u kretala se u granicama od 139,13 do 140,47 kp, a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 8,74 kp/mm.

Sposobnost držanja vijaka određena na uzorcima po BS-u kretala se u granicama od 152,87 do 155,50 kp, a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 9,62 kp/mm.

Sposobnost držanja vijaka određena na uzorcima prema ASTM-u kretala se u granicama od 130,47 do 133,93 kp, a srednja vrijednost za cijelu ploču iznosila je 8,27 kp/mm.

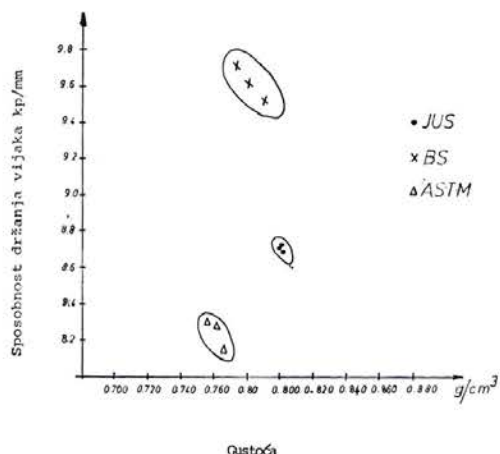
Rezultati ispitivanja nalaze se u tablicama II i III, a grafički na slici 16.

Analizom varijance utvrđeno je da je signifikantna razlika između rezultata dobivenih ispitivanjem po JUS-u, BS-u i ASTM-u.

$$F_0 = 4,88$$

$$F = 249,94172$$

$$F < F_0$$



Slika 16. Sposobnost držanja vijaka (\bar{X}) u ovisnosti o gustoći i metodi ispitivanja

Fig. 16. Screw holding power in dependence of density and the method of testing

5.0. ZAKLJUČAK

Kod obrade stanarda i pripreme proba uočene su razlike u propisima JUS, BS i ASTM u dimenzijama proba (epruveta) koje se ispituju za ista svojstva, kako je vidljivo iz tablice I. Zbog toga su se očekivali različiti rezultati kao posljedica različitih dimenzija epruveta. Dobiveni rezultati ispitivanja, koji su prikazani na tablici II, potvrdili su ova očekivanja, pa su ispitivanjem epruveta iz homogene ploče po pojedinim standardima dobivani različiti rezultati za ista svojstva.

Ispitivanja su pokazala da je razlika između sva tri standarda (u dimenzijama epruveta) kod svih ispitanih svojstava uočljiva, osim kod čvrstoće na raslojavanje, gdje je razlika u rezultatima vrlo mala, što također dokazuje utjecaj dimenzije na rezultate.

Statistička obrada podataka (analiza varijance i F-test), koja je nakon ispitivanja izvršena radi potvrđivanja zaključaka, stvarno je potvrdila da postoji visoka signifikantna razlika između rezultata dobivenih po različitim standardima za sva svojstva, osim kod čvrstoće na raslojavanje, gdje razlika nije signifikantna.

Uspoređujući rezultate ispitivanja po JUS-u, BS-u i ASTM-u, kad se uzima JUS kao osnova, može se zaključiti sljedeće:

1. Srednje vrijednosti gustoće dobivene ispitivanjem po BS-u za 2,62% su manje, a po ASTM-u za 4,99% manje nego rezultati dobiveni po JUS-u.
2. Srednje vrijednosti čvrstoća na savijanje dobivene ispitivanjem po BS-u za 12,84% su manje, a po ASTM-u za 14,01% veće nego one dobivene po JUS-u.
3. Srednje vrijednosti čvrstoća na raslojavanje dobivene ispitivanjem po BS-u za 0,84% su manje, a po ASTM-u su za 2,3% manje nego one dobivene po JUS-u.
4. Srednje vrijednosti držanja vijaka, dobivene ispitivanjem po BS-u, za 10,07% su veće, a po ASTM-u su za 5,38% manje nego one dobivene po JUS-u.
5. Srednje vrijednosti bubrenja u debljinu, dobivene ispitivanjem po BS-u, za 8,02% su veće, a po ASTM-u su za 20,83% manje nego one dobivene po JUS-u.

Iz ovakvih razlika u dobivenim rezultatima ispitivanja svojstava ploča po raznim standardima, vidi se da je vrlo važno navesti po kojim standardima i po kojim metodama su ispitivanja vršena. Ovaj je rad istaknuo važnost standarda, propisa i dimenzija epruveta za ispitivanje, pogotovu kad su sve epruvete za ispitivanje istih svojstava uzete iz ploče čija je homogenost prethodno ispitana. Signifikantna razlika između dobivenih rezultata vrlo je pouzdana potvrda za takav zaključak.

Ispitivanjem po standardnim metodama dobivaju se vrlo pouzdani rezultati, koji pokazuju kvalitetu ploče. Međutim, standardne metode zahtijevaju kompliciranu izradu i pripremu proba koje se ispituju na vrlo skupim strojevima (OTTO WOLPERT i AMSLER).

Tehnika ispitivanja prilično je napredovala zadnjih nekoliko godina, jer su neki u svijetu poznati laboratoriji mnogo ulagali u pronalaženje jeftine i jednostavne metode ispitivanja kvalitete ploča.

Jedna od tih novih metoda za brzo ispitivanje kvalitete ploča jest test kojim se pomoću kilo-ključa određuje čvrstoća na smik u pojedinim slojevima iverice i kompaktnost ploče. Taj način ispitivanja i te metode, s obzirom na njihovu jednostavnost, mogle bi zamijeniti mnogo kompliciranije ispitivanje čvrstoće na vlak okomito na površinu ploče (čvrstoća na raslojavanje) i drugih svojstava.

LITERATURA

- [1] AKES, L. E.: Chipboard and its use in furniture. Furniture Development Council, Research No. A. 4.
- [2] A. S. T. M. 1037: Standard methods of evaluating the properties of wood-based fiber and particle panel materials.
- [3] BRUČI, V.: Utjecaj vlage iverja i temperature prešanja u proizvodnji troslojnih ploča iverica na vrijeme prešanja i fizičko-mehanička svojstva gotovih ploča. Zagreb, 1975.
- [4] B. S. 1911: Methods of test for wood chipboards and other particleboards. Brit. Standards Institution, London.
- [5] CAROLL, M. N.: The measurement of surface strength in particleboard. Forest Products Journal (20) 28—33 (1970).
- [6] EVANS, W. J.: Protection of particleboard against fungal and insect attack. In: Mittin, L., Particleboard manufacture and application P. 69—73. Pressmedia Ltd. Ivy Hatch, Sevenoaks, Kent.
- [7] GOMME, D. L.: Particleboard in the furniture industry. In: Mittin, L. Particleboard manufacture and application, P. 196—159. Pressmedia Ltd. Ivy Hatch, Sevenoaks, Kent.
- [8] HALLIGAN, A. F. i SCHNIEWIND: Effects of Moisture on the Physical and Creep Properties of Particleboard. (A. P. 1972) Forest Products Journal 22 (4).
- [9] JELINEK, K.: A comparison between particleboards bonded by phenolic resins and Phenol-modified melamine resins (1977) Particleboard Symposium Pullmann, Washington).
- [10] JOHANSON, E. S.: Wood particle board handbook. North Carolina State College, School of Engineering, Raleigh N. C.
- [11] KELLY, W. M.: Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard (USDA Forest Service, Forest products Laboratory. General technical report F. P. L. 10 (1977).
- [12] KOLLMANN, F. F. P., KUENZI, E. W., STAMM, A. J.: Principles of wood Science and technology II. Wood Based Materials.
- [13] LYNAM, F. C.: Factors influencing the properties of wood Chipboard, p. 28—41. In: Mittin, L. Particleboard manufacture and application. Pressmedia Ltd. Ivy Hatch, Sevenoaks, Kent.
- [14] OSMO LIIRI: Paperi ja Puu 43 (1961)
- [15] PLATH, E.: Quality control in the German, Chipboard industry. In: Mittin, L., Particleboard manufacture and application, p. 111—114. Pressmedia Ltd. Ivy Hatch, Sevenoaks, Kent.
- [16] PUNGS, L., LAMBERSZ, K.: The application of high frequency heating in the particle board. FAO/ECE Board Consultation, Paper 5—36.
- [17] SHEN, K. C.: Correlation between internal band and the shear strength measured by twisting thin plates of particleboard. For. Prod. Journal (20): 16—20 (1970)
- [18] SHERN, K. C.: Correlation between torsion-shear strength and modulus of rupture of particleboard. For. Prod. Journal (30) : : 32 — 36, (1970).
- [19] SHEN, K. C.: A new method for evaluation the internal strength of particleboard. For. Prod. Journal (19) : 17—22.
- [20] SHEN, K. C.: Measurement of layer strength distribution in particleboard. For. Prod. Journal (20) : 35—55, (1970).
- [21] SHEN, K. C.: Study on compression shear strength and relationship to internal bond properties of particleboard. Can. Dept. Finch. Forest. Fort. Prod. Lab. Ottawa, Inf. Report.
- [22] TIMOSHENKO: S.: Strength of materials. Vol. II. Van Nostrand Co. Ing., Toronto, New York, London.
- [23] WITTINGTON, J. A.: Withdrawal loads for screws in soft maple and particleboard. For. Prod. Journal, (19): 39—42, (1969).

SOP KRŠKO

KRSKO, CKZ 141
tel. 068 71-911

tozd **OPREMA**

INŽENIRSKI BIRO
Ljubljana, Riharjeva
tel. 061 264-791

KRSKO,
Gasilska 3
tel. 068 71-506
71-404

tozd **KLEPAR**

INŽENIRSKI BIRO,
ZAGREB, Siget 18b
tel.: (041) 526-472

KOSTANJEVICA
na Krki, Malence 3
tel.: 068/69-748

tozd **IKON**

INŽENIRSKI BIRO
Ljubljana, (061) 41-988

KRSKO,
Gasilska 3

tozd **STORITVE**

tel. 068 71-291
71-234

specijalizirano
za
poduzeće
industrijsku
opremu

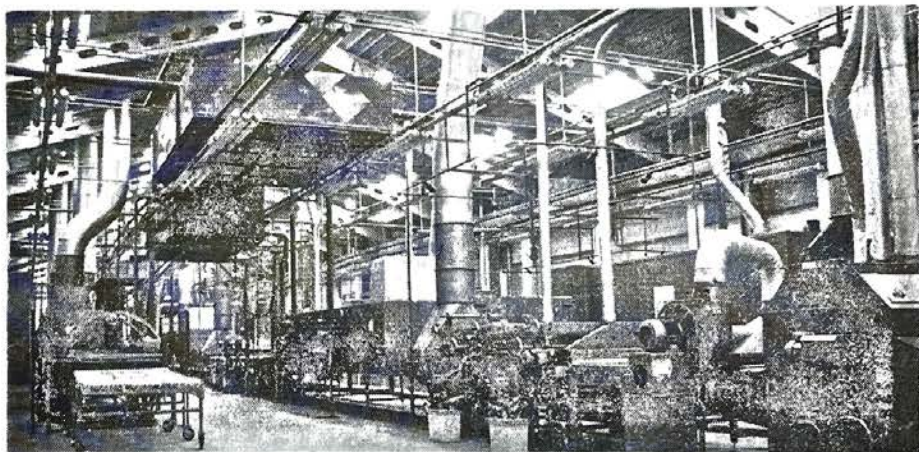
LAKIRNICE ZA
POVRŠINSKU OBRADU
U DRVNOJ I
METALNOJ INDUSTRIJI

OTPRASIVANJE
U DRVNOJ
INDUSTRIJI
POMOĆU MODULNIH
FILTARA
SOP-MOLDOW

PNEUMATSKI
TRANSPORTNI
UREDŽAJI I
OTPRASIVANJE
U METALURGIJI,
METALNOJ I
KEMIJSKOJ
INDUSTRIJI

OBRTNICKI
RADOVI U
GRADITELJSTVU

LAKIRNICA U
INDUSTRIJI
GRAĐEVNE
STOLARIJE



OTPRASIVANJE
U GRAĐEVINSKOJ
INDUSTRIJI

