

Fizička i mehanička svojstva okal-ploča i okal-srednjica

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF EXTRUDED AND LAMINATED EXTRUDED PARTICLEBOARDS

Prof. dr. Vladimir Bruči
Vladimir Jambrečković, dipl. inž.
Mladen Brezović, dipl. inž.
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

UDK 630*862.2/3

Izvorni znanstveni rad

Sažetak

U radu su prikazani rezultati ispitivanja srednjica i okal-ploča proizvedenih upotrebom karbamid formaldehidnog (KF) ljepila.

Ispitana su fizičko-mehanička svojstva i sadržaj formaldehida perforatorskom metodom s jodometrijskom titracijom.

Ispitivanja su provedena prema DIN normama.

Analizirani su rezultati fizičko-mehaničkih svojstava i perforatorskih vrijednosti, dobiveni ispitivanjem, uz poseban osvrt na upijanje vode i bubrenje srednjica.

Na osnovi prikazanih rezultata može se zaključiti da gustoća i debljina znatno utječu na upijanje vode i bubrenje srednjica.

Ključne riječi: srednjice, okal-ploče, fizičko-mehanička svojstva, perforatorska vrijednost, debljina, gustoća, upijanje vode, bubrenje.

Summary

This study presents test results of extruded and laminated extruded particleboards.

Physical and mechanical properties and perforation value were tested in accordance with DIN standards.

The results relative to perforation value, physical and mechanical properties of extruded and laminated particleboards were analysed, and particular attention was paid to water absorption and swelling of extruded particleboards.

The perforation value of the examined samples refer our extruded and laminated extruded particleboards to the class E1.

The mechanical properties of the examined samples tally with DIN standards.

On the basis of the results obtained a considerable influence of density and thickness on water absorption and swelling of extruded particleboards has been established.

Key words: extruded particleboards, laminated extruded particleboards, physical and mechanical properties, perforation value, thickness, density, water absorption, swelling.

1. UVOD

Okal-ploče karakterizira pretežito vertikalni raspored ivera u odnosu prema površini ploče, zbog čega ta vrsta ploča iverica ima bitno drukčija svojstva od ploča iverica s horizontalnim rasporedom ivera.

Kao sirovina isključivo se upotrebljavaju drveni ostaci nastali pri preradi drva. Jedini zahtjev je da oni ne budu zahvaćeni s truleži. Koriste se meke vrste drva, kao kvalitetnije, i tvrde vrste drva, kao manje kvalitetne, u različitim omjerima.

Ploče s vertikalnim rasporedom ivera industrijski se najčešće proizvode Okal-Kreibaumovim ekstruzijskim postupkom. Osobitost tog postupka su specijalne ekstruzijske preše. Okal srednjica se oblikuje između vertikalnih vrućih ploča preše taktnim doziranjem oblijepljenog iverja i prešanjem klipom što ga pokreće elektromotor preko ojničnog mehanizma. Ploče preše su

pomične, a klipovi zamjenjivi te je tako omogućena proizvodnja okal- srednjica u obliku neprekinute trake, debljine 8-120 mm i širine 1 250-1 850 mm [7].

Okal-Kreibaumovim postupkom proizvode se pune srednjice debljine 8-22 mm i gustoće 0,500-0,800 g/cm³, te srednjice sa šupljinama debljine od 23-120 mm. Za proizvodnju srednjica debljih od 23 mm između vertikalnih ploča preše postave se specijalni vertikalni cijevni grijači koji omogućuju dodatno grijanje unutrašnjosti srednjice. Stoga takve okal-srednjice imaju karakteristične šupljine po duljini, i to promjera 12-100 mm, ali i znatno smanjenu gustoću (0,300-0,400 g/cm³) [3].

Uspoređujući okal-srednjice s ivericama s horizontalnim rasporedom ivera uočavamo da okal-srednjice imaju:

- mala odstupanja debljine (oko $\pm 0,1$ mm),
- malu čvrstoću na savijanje po duljini

- podjednaku čvrstoću po širini
- veliku čvrstoću na vlak okomito na ravninu ploče
- malu čvrstoću na vlak po duljini
- jednoličnu gustoću na cijelom presjeku
- veću stabilnost [6].

Zbog niskih vrijednosti mehaničkih osobina okal-srednjice se uglavnom furniraju ili oblažu drugim materijalima (tanke vlaknate, laminati, furnirske ploče, folije). Obložni materijali znatno poboljšavaju mehanička svojstva te se tako dobivaju okal-ploče za uporabu u industriji namještaja i građevinarstvu. Posebno su pogodne za izgradnju montažnih drvenih kuća. Šuplje ploče dobra su zvučna i toplinska izolacija, a pogodne su i za provođenje instalacija. Velike se količine okal-ploča upotrebljavaju u proizvodnji vratnih krila. Za ispunu služe pune tanke ploče koje se križaju kao furniri u furnirskim pločama i oblažu. U nekim izvedbama vratnih krila ispunu su od šupljih ploča izrezanih na lamele, a zatim obloženih furnirskim pločama [4].

2. ZADAĆA ISTRAŽIVANJA

Zbog nedostupnosti rezultata istraživanja koja bi mogla dati podatke o fizičkim i mehaničkim svojstvima te emisijskim klasama okal-ploča i okal-srednjica proizvedenih u nas te zbog velike zainteresiranosti proizvođača za tim pokazateljima kvalitete potrebno je provesti određena ispitivanja i analizirati rezultate.

Dobiveni će rezultati biti važan pokazatelj ispravnosti primijenjenih tehnoloških parametara proizvodnje.

S obzirom na posebnost okal-srednjica i okal-ploča glede upijanja vode i bubrenja odnosno promjena dimenzija koje pri tome nastaju, potrebno je utvrditi ovisnost između upijanja vode i bubrenja te između debljine i gustoće ploča. Također je potrebno utvrditi ovisnost emisijske klase o sadržaju vode u pločama.

3. PARAMETRI PROIZVODNJE ISPITANIH SREDNJICA I OKAL-PLOČA

Ispitane srednjice i okal-ploče proizvedene su od ivera drvnih ostataka nastalih u pilanskoj preradi, tvornici ploča od masivnog drva i pripremi furnira, uz doatak bruševine (dobivene brušenjem okal-ploča), piljevine i strugotine. Iverje je pripremljeno sa 53 %-tnim udjelom mekih vrsta drva (jelovine i borovine) i 47 %-tnim udjelom tvrdih vrsta drva (bukovine i hras-tovine). Duljina ivera je 5-15 mm, a širina 3-6 mm. Iverje je osušeno do 1-3% sadržaja vode.

Pune i šuplje okal-srednjice i okal-ploče proizvedene su upotrebom emulzije karbamid-formaldehidnog ljepila pripremljenog prema navedenoj recepturi:

KF-smola (67 %)	52,5 %
voda	44,0 %
otvrđivač (amonij-klorid)	3,5 %
	100,0 %

Iverju je dodano 6 % emulzije ljepila (suha tvar izračunana prema masi apsolutno suhog ivera).

Temperatura prešanja iznosila je 175 °C.

Srednjice su nakon formatiziranja i kondicioniranja obostrano furnirane bukovim furnirom debljine 1 mm, spajanim taljivim nitima sustavom "zik-zak". Pri slaganju "sendviča" niti su okrenute prema unutrašnjosti ploče. Furniranje je provedeno tako da smjer vlakana furnira bude paralelan s duljinom srednjice, okomit na širinu ploče. U suprotnome bi okal-ploče imale odličnu čvrstoću na savijanje po širini, ali vrlo lošu po duljini.

Za furniranje je upotrijebljeno KF-ljepilo u specifičnom nanosu 200 g/m² i pripremljeno prema recepturi:

KF-smola (67 %)	42,0 %
punilo (brašno, tip 850)	29,0 %
voda	27,4 %
otvrđivač (amonij-klorid)	1,6 %
	100,0 %

Temperatura prešanja iznosila je 135 °C, tlak prešanja odčitao na manometru bio je 0,588 MPa, a vrijeme prešanja 1,8 minuta.

4. MATERIJAL ZA ISPITIVANJE

Ispitivanja su provedena na ovim uzorcima:

- punim okal-srednjicama (SV) 10, 13, 16 mm
- punim okal-pločama (SV1) 12, 15, 18 mm
- okal-srednjicama sa šupljinama (SR) 34 mm.

Šuplje okal-srednjice imale su na širini od 1 250 mm 40 šupljina promjera 20 mm i dvije krajnje šupljine promjera 15 mm, te je stoga površina presjeka bez šupljina iznosila 70 % ukupne površine.

Ispitne epruvete izrezane su iz klimatiziranih uzoraka dimenzija 500x500 mm (po dva uzorka za svaku debljinu, a za SV od 13 mm napravljena su četiri uzorka).

5. METODE ISPITIVANJA

Ispitivanja su provedena na ukupno 699 epruveta prema DIN-u 68764. Za utvrđivanje stvarne debljine epruveta poslužili su mikrometri mjernog područja 0-25 mm i 25-50 mm. Ostale dimenzije potrebne za ispitivanje utvrđene su pomičnom mjerkom.

Masa uzoraka za određivanje gustoće i sadržaja vode mjerena je električnom vagom s točnošću na četiri decimale. Sadržaj vode određen je gravimetrijskom metodom.

Čvrstoća na savijanje i čvrstoća na vlak dobivene su pomoću ispitnog uređaja tipa Wolpert, a čvrstoća slijepljenog spoja srednjice i pokrovnog furnira izmjerena je pomoću ispitnog uređaja tipa Amsler.

Emisijska klasa utvrđena je prema vrijednostima dobivenim perforatorskom metodom s jodometrijskom

Fizičko-mehanička svojstva i perforatorske vrijednosti srednjica i okal-ploča
Physical and mechanical properties and perforation values of extruded and laminated extruded particleboards

Tablica 1.
Table 1.

Ispitana svojstva Properties examined	Srednjice Extruded particleboards					Okal-ploče Extruded laminated particleboards		
	Debljina (mm) Thickness (mm)							
		10	13	16	34	12	15	18
Debljina Thickness (mm)	max. d min.	10.24	12.98	16.17	34.10	12.48	15.02	18.38
		10.10	12.89	16.10	34.04	12.43	14.97	18.27
		9.95	12.84	16.04	33.89	12.38	14.89	18.08
Gustoća Density (g/cm3)	ρ std.	0.726	0.651	0.736	0.427	0.783	0.729	0.717
		0.047	0.015	0.043	0.033	0.015	0.016	0.022
Sadržaj vode Water content (%)	ū std.	5.20	6.14	6.29	6.09	5.97	5.92	6.94
		0.144	0.095	0.569	0.304	0.121	0.187	0.404
Čvrstoća na savijanje Bending strength (MPa)	δ s I std. δ s II std.	9.54	11.43	10.83	0.55	17.23	16.85	10.57
		0.635	2.703	0.533	0.076	0.897	2.580	0.830
						49.02	40.15	32.41
						4.448	4.057	2.553
Čvrstoća na vlak Tensile strength (MPa)	δ v std.	0.58	0.96	0.82	0.37	1.21	1.17	1.02
		0.063	0.213	0.031	0.074	0.067	0.108	0.054
Perf. vrijednost Perf. value (mg/100 g atro)	̄x	10.17					9.48	10.12

Upijanje vode i bubrenje
Water absorption and swelling

Tablica 2.
Table 2.

Ispitana svojstva Properties examined		Srednjice Extruded particleboards					Tretman Treatment
		Debljina (mm) Thickness (mm)					
		10	13	16	34		
Upijanje vode Water absorption	(%)	u std.	96.40	78.76	82.36	-	Q - 2
			5.03	4.25	8.50	-	
		u std.	98.34	93.25	85.48	97.86	Q - 24
			6.39	2.36	6.35	5.94	
Debljinsko bubrenje Swelling of thickness	(%)	d' std.	7.08	5.52	3.87	-	Q - 2
			0.77	0.36	0.61	-	
		d' std.	7.46	6.01	4.86	1.91	Q - 24
			0.86	0.78	0.94	0.46	
Bubrenje u duljinu Swelling lengthwise	(%)	l' std.	28.90	15.06	20.09	-	Q - 2
			1.67	1.38	1.72	-	
		l' std.	33.20	17.15	26.98	24.98	Q - 24
			3.26	1.00	2.11	0.89	
Bubrenje u širinu Swelling widthwise	(%)	b' std.	2.06	3.85	2.48	-	Q - 2
			0.67	1.63	0.77	-	
		b' std.	1.23	0.64	1.02	1.30	Q - 24
			0.43	0.10	0.20	0.31	

Upijanje vode i bubrenje srednjice nazivne debljine 13 mm
Water absorption and swelling of extruded particleboards, nominal thickness 13 mm

Tablica 3.
Table 3.

Debljina Thickness (mm)	Gustoća Density (g/cm3)	Upijanje vode Water absorption (%)		Bubrenje Swelling			Tretman Treatment
				Debljinsko Thickness (%)	Duljinsko Lenght (%)	Širinsko Width (%)	
12.51	0.816	\bar{x} std.	92.13	7.57	44.97	1.84	Q - 2
			2.74	1.01	1.55	0.52	
		\bar{x} std.	103.84	7.02	55.74	2.40	Q - 24
			8.18	1.25	2.72	0.29	

titracijom (prema DIN-u EN 120). Perforatorske vrijednosti dobivene su kao srednja vrijednost iz tri titracije za svaki uzorak.

Upijanje vode i bubrenje ispitano je potapanjem u vodi:

- 2 sata (epruvete 25x25 mm)
- 24 sata (epruvete 100x100 mm)

6. REZULTATI I ANALIZA

U tablici 1. prikazana su fizičko-mehanička svojstva i perforatorske vrijednosti ispitanih uzoraka.

Iz rezultata u tablici 1. uočljivo je da se srednjice i okal-ploče vrlo malo razlikuju u debljini. Maksimalno je odstupanje 0,29 mm, srednje 0,17 mm, uz standardnu devijaciju (std.) 0,06.

Gustoća okal-ploča (0,704 g/cm3) mnogo je ujednačenija (std.= 0,018) u odnosu na srednjice čija je gustoća 0,743 g/cm3 sa std.= 0,035. Šuplje okal-srednjice imaju malu gustoću (0,427 g/cm3) zbog šupljina, ali i zbog slabijeg nabijanja iverja pri njihovoj izradi. Da nemaju šupljine, gustoća bi im iznosila 0,610 g/cm3.

Rezultati mjerenja čvrstoće pokazuju da se obostranim furniranjem srednjica bukovim furnirom debljine 1 mm znatno povećavaju njihova mehanička svojstva.

Čvrstoća na savijanje ovisi o debljini srednjice. Povećanjem debljine smanjuje se čvrstoća na savijanje u oba smjera (po duljini za 38,65 %, a po širini za 33,88 %). Čvrstoća se smanjuje zbog smanjenja udjela bukova furnira na ukupnoj površini presjeka, a ona je bitna za čvrstoću na savijanje.

Zbog vertikalnog rasporeda ivera čvrstoća srednjica na vlak po duljini vrlo je malena, i to osobito u srednjica sa šupljinama, u kojih šupljine čine 30,8 % presjeka epruvete (za ispitivanje čvrstoće na savijanje), odnosno 26,4 % (za ispitivanje čvrstoće na vlak).

Čvrstoća okal-ploča na vlak pokazuje čvrstoću slijepljenog spoja srednjica i pokrovnih furnira.

Perforatorske vrijednosti svrstavaju srednjice i okal ploče u emisijsku klasu E1, ali s obzirom da je riječ o graničnim vrijednostima i da je sadržaj vode vrlo nizak, ne isključuje se mogućnost povećanja emisije slobodnog formaldehida povećanjem sadržaja vode, a time i prijelaz u emisijsku klasu E2.

U tablici 2. dani su rezultati upijanja vode i bubrenja

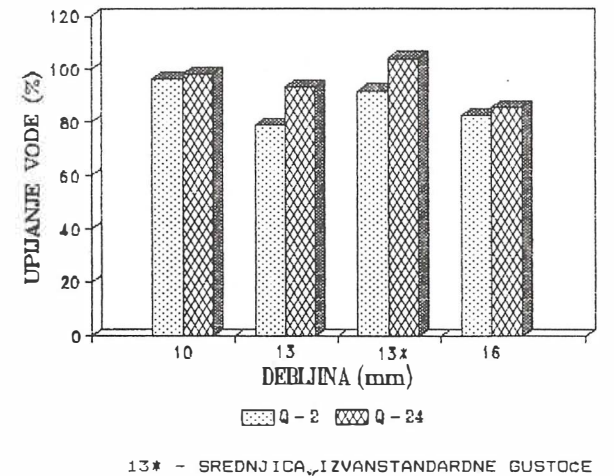
uzoraka dimenzija 25x25 mm potopljenih u vodi dva sata (Q-2) i uzoraka dimenzija 100x100 mm potopljenih u vodi 24 sata (Q-24).

Gustoće srednjica od 10 i 16 mm podjednake su, a gustoća srednjice od 13 mm mnogo je niža. Radi usporedbe rezultata, u tablici 3. navedeni su i rezultati ispitivanja upijanja vode i bubrenja srednjica od 13 mm, gustoće 0,816 g/cm3.

Ti uzorci izvanstandardni su s obzirom na debljinu i gustoću pa se ne mogu izravno usporediti, ali se na temelju tih podataka može utvrditi zakonitost upijanja vode i bubrenja.

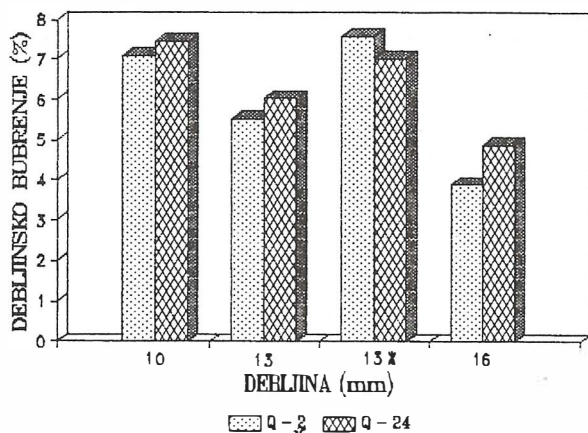
Izvanstandardni uzorci proizvedeni su zbog premalog raspona vertikalnih ploča preše, čime je smanjen i obujam prostora u koji se nasipa iverje prije udarca klipa preše, a dozirana je količina iverja uvijek jednaka. Posljedica toga je izvanstandardna debljina ploča (12,51 mm) i veći stupanj ugušćenosti ivera, a veća gustoća pridonosi boljem upijanju vode i jačem bubrenju.

Na slici 1. grafički su predloženi rezultati iz tablica 2. i 3. Iz njih je vidljivo da upijanje vode ovisi o debljini i gustoći srednjica.



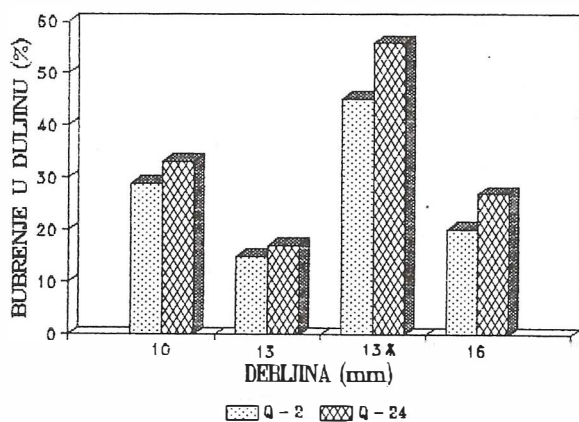
Slika 1. Utjecaj debljine uzorka na upijanje vode
Fig. 1. Influence of sample thickness on water absorption

Na slici 1. vidljivo je da se sposobnost upijanja vode smanjuje s povećanjem debljine srednjice i da su vrijednosti za Q-24 malo veće nego za Q-2.



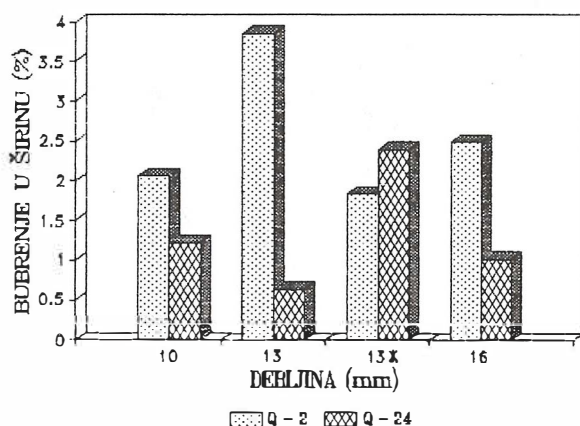
13* - SREDNJICA IZVANSTANDARDNE GUSTOĆE

Slika 2. Utjecaj debljine uzorka na debljinsko bubrenje
Fig. 2. Influence of sample thickness on thickness swelling



13* - SREDNJICA IZVANSTANDARDNE GUSTOĆE

Slika 3. Utjecaj debljine uzorka na bubrenje u duljinu
Fig. 3. Influence of sample thickness on lengthwise swelling



13* - SREDNJICA IZVANSTANDARDNE GUSTOĆE

Slika 4. Utjecaj debljine uzorka na bubrenje u širinu
Fig. 4. Influence of sample thickness on widthwise swelling

Iz slike 2. očito je da se bubrenje po debljini smanjuje s povećanjem debljine srednjice zato što srednjice manje debljine imaju položeni iver u odnosu prema površini

(osobito iver većih dimenzija), a iver jače bubri u širinu nego u duljinu. I pri debljinskom bubrenju vrijednosti Q-24 malo su veće od onih za Q-2.

Iz slike 3. vidi se da bubrenje u duljinu, usporedimo li vrijednosti uzorka debljine 13 mm, također opada s povećanjem debljine srednjice. Bubrenje je također malo veće pri Q-24 nego pri Q-2.

Iz slike 4. očito je da su pri bubrenju u širinu sve vrijednosti Q-2 mnogo veće od vrijednosti Q-24.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovi provedenih ispitivanja može se zaključiti:

- srednjice i okal-ploče imaju mala odstupanja debljine
- furniranjem srednjice postiže se znatno poboljšanje mehaničkih svojstava srednjice, a ona pak ovise o smjeru vlakancata furnira i najveća su u smjeru paralelno s vlakancima
- povećanjem debljine srednjice slabe mehanička svojstva okal-ploča
- pune i šuplje okal-srednjice imaju malu čvrstoću na vlak
- porast sadržaja vode može utjecati na povećanje emisijske klase ploče s obzirom na to da su vrijednosti na samoj granici, a sadržaj vode nizak
- bubrenje u duljinu je vrlo veliko, a bubrenje u širinu gotovo neznatno
- gustoća znatno utječe na upijanje vode i bubrenje, a s porastom gustoće povećava se upijanje vode i bubrenje
- debljina srednjica ima velik utjecaj na upijanje vode te debljinsko i duljinsko bubrenje (s povećanjem debljine srednjice smanjuje se upijanje vode, te debljinsko i duljinsko bubrenje)
- upijanje vode, debljinsko i duljinsko bubrenje malo je veće pri Q-24
- bubrenje u širinu bitno je veće pri Q-2.

8. LITERATURA

- [1.] Bruči, V., Opačić, I., Sertić, V.: Dinamika emisije formaldehida iz industrijski izrađene ploče iverice određena perforatorskom i difuzionom metodom. Drvena industrija, 36 (1986) 11-12. 277-281.
- [2.] May, H. A.: Herstellung von Holzspanplatten mit orientierten Spanen und unterschiedlicher Formgebung. Holz als Roh und Werkstoff, 32 (1974) 5, 169-176. Springer-Verlag. Berlin (Heidelberg) New York.
- [3.] Kollmann, F.: Holzspanwerkstoffe, Springer-Verlag. Berlin (Heidelberg) New York (1966).
- [4.] Bruči, V.: Iverice - osobine i upotreba, Šumarska enciklopedija II, (1984) 714-716. Zagreb.
- [5.] *****: Normen fuer Holzfaserplatten, Spanplatten, Sperholz. Beuth Verlag GmbH, Berlin, Koeln 1979.
- [6.] Kollmann, F., Kuenzi, E., Stamm, A.: Principles of Wood, Science and Technology. Springer-Verlag. Berlin (Heidelberg) New York 1975.
- [7.] Krpan, J.: Tehnologija furnira i ploča, Tehnička knjiga. Zagreb 1971.