

## UTJECAJ DEBLJINE I GUSTOĆE NA SILU LOMA ŠPERPLOČE POD DJELOVANJEM SILE ZATEZANJA PARALELNO I OKOMITO NA SMJER POVRŠINSKOG FURNIRA

Minka Čehić, Salah Eldien Omer

Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, Ul. Dr. Irfana Ljubijankića bb, Bihać, Bosna i Hercegovina  
[minka.cehic@bih.net.ba](mailto:minka.cehic@bih.net.ba), [sagzagreb@hi.htnet.hr](mailto:sagzagreb@hi.htnet.hr)

**Ključne riječi:** sila loma šperploče, sila zatezanja, eksperimentalno istraživanje

### **SAŽETAK**

Šperploče se u drvenim zidovima objekata koriste kao paneli. U njima su one opterećene na djelovanje sile pritiska ili sile zatezanja u zavisnosti od dizajnersko-konstruktivnog rješenja drvene konstrukcije. Prilikom izbora šperploče kao sastavnog dijela konstrukcije bitno je izabrati optimalan tip šperploče sa tačno definisanim osobinama, kako bi one kao sastavni dio konstrukcije ispunile tražene zahtjeve a da pri tome dodatno i nepotrebno ne opterećuju ostale elemente konstrukcije i konstrukciju u cjelini.

Radi određivanja optimalnog tipa šperploče potrebnim osobinama u zavisnosti od zahtjeva upotrebe je izvršeno eksperimentalno ispitivanje tri tipa šperploča (topoline, bukove i kombinovane – bukovo topoline šperploče) i pet debljina (18, 20, 25, 30 i 32 mm).

U radu su prezentirani podaci eksperimentalnog istraživanja sile loma pod djelovanjem sile zatezanja (paralelno i okomito na smjer drvnih vlaknaca površinskog furnira), koji su poslužili za izradu matematičkih modela neophodnih za optimizaciju tipa šperploče za upotrebu u tačno definisanim uvjetima upotrebe.

### **1. UVOD**

Šperploče se koriste za panele u zidnim i podnim konstrukcijama. Uobičajeni način izgradnje zidne konstrukcije stambenih drvnih objekata je pričvršćivanjem šperploče na drveni okvir ili konstrukciju uz pomoć metalnih veznih sredstava. Šperploče i vezna sredstva trebaju pružati odgovarajući otpor (oduprijeti se) opterećenju na zidne konstrukcije jer drvena konstrukcija se treba oduprijeti djelovanju vjetra ili potresnim aktivnostima na njih za cjelokupno vrijeme korištenja konstrukcije.

Europske norme definišu minimalne zahtjeve koje šperploče kao elementi konstrukcije trebaju ispuniti u zavisnosti od uvjeta upotrebe, a Eurokod EC 5 daje određene preporuke pri projektovanju drvenih konstrukcija. Eurokod 5 je predlaže nekoliko pravila pri izgradnji dijafragme zidne konstrukcije:

- Vrhovi pojedinih panela trebaju biti međusobno povezani ili povezani sa okvirom konstrukcije pomoću odgovarajućih veza,
- Ako se zid sastoji od jedne ili više ploča, sve ploče trebaju biti spojene tako da je izgrađeni zid sposoban pružiti otpor prevrtanju zidne konstrukcije ili djelovanju sile klizanja na ležišnim površinama nosive konstrukcije ili kombinovanom djelovanju navedenih sila (prevrtanju i klizanju).

M. Čehić, O. Salah Eldien – Utjecaj debljine i gustoće na silu loma šperploče pod djelovanjem sile zatezanja paralelno i okomito na smjer površinskog furnira

---

- Čvrstoća na zatezanje ili pritisak na kontaktnim površinama dva susjedna panela treba biti  $\geq 2.5$  [kN / m<sup>2</sup>].

Analizirajući pomenute preporuke vidljivo je da je potrebno izabrati određeni tip šperploče traženih mehaničkih osobina. Čvrstoće zatezanja prema EN 789 se izračunava po izrazu:

$$\sigma_t = \frac{F_{\max}}{A} \quad (1)$$

gdje je :

$F_{\max}$  – maksimalna sila, odnosno sila loma

A – površina poprečnog presjeka probe.

Maksimalna sila – sila loma šperploče  $F_{\max}$  zavisi od: gustoće ploče  $\rho_p$ , debljine ploče  $h_p$ , vlažnosti ploče  $w_p$ , vrste ljepila, elastičnosti ploče  $E_p$ , osobina furnira od kojeg je šperploča izgrađena: vrste drveta, vlažnost furnira  $w_f$ , debljine furnira  $d_f$ , kvalitet – greške furnira, konstrukcije ploče: načina slaganja listova furnira s obzirom na ugao koji zaklapaju vlakanca susjednih listova furnira  $\alpha_{vb}$ , s obzirom na vrstu drveta i s obzirom na debljinu furnira, tehnologije proizvodnje: specifični pritisak presanja  $p_{spr}$ , temperature presanja  $t_{pr}$ , konstruktivnih karakteristika prese i druge proizvodne opreme i geometrijska veličina u mjernoj jednačini.

U ovom istraživanju se željelo ispitati utjecaj debljine ploče  $h$  i gustoće ploče  $\rho$  u zavisnosti od vrste drveta upotrijebljene pri konstrukciji šperploče dok su ostali faktori od kojih zavise sila loma  $F_{\max}$  uzete kao konstante.

## 2. ISPITIVANJE ZATEZNIH OSOBINA PLOČA

Za potrebe eksperimentalnog istraživanja su urađene – proizvedene ploče u «Novom Drvnom Kombinat» u Sremskoj Mitrovici i to tri tipa vodootpornih građevinskih šperploča:

- bukove šperploče, debljine  $d = 20, 25$  i  $30$  mm;
- topoline šperploče debljine  $d = 20, 25$  i  $30$  mm i
- kombinovane (bukovo–topoline) šperploča debljine  $d = 18, 25$  i  $32$  mm.

Topoline šperploče su izrađene od furnira debljine  $2,0 ; 2,5$  i  $3,0$  mm, bukove šperploče od furnira debljine  $2,0$  i  $2,5$  mm i kombinovane šperploče su bile izrađene od bukovog i topolovog furnira debljine  $2,0 ; 2,1$  i  $2,5$  mm vodeći računa da u konstrukciji ploče približno oko  $50 \%$  učestvuje bukov i  $50 \%$  topolin furnir.

Za izradu pomenutih šperploča koristilo se je melamin – urea formaldehidno ljepilo (SADECOL L–1880) proizvođača Sadepan Chimica srl (Mauro Saviola Group) iz Sito di Viadana (Italija). Sadecol L – 1880 je polikondenzaciono melamin – urea formaldehidno ljepilo rastvorljivo u vodi koje se u drvnj industriji najčešće koristi u proizvodnji šperploča, panel ploča i za furniranje. U proizvodnji ovo ljepilo zadovoljava uslove klase 2 prema EN 314–2, pomiješano sa UF ljepilom L 3084 postiže se kvalitet slijepljivanja MR. (UF:MUF = 60:40 %).

Probe za ispitivanje maksimalne sile pod djelovanjem sile zatezanja i sami proces ispitivanja sile loma je urađen prema zahtjevima EN 789. Iz proizvedenih šperploča su izrezivane probe za ispitivanje čvrstoće zatezanja.

Ispitivanje sile loma pod djelovanjem sile zatezanja (paralelno i okomito na smjer drvnih vlakancata površinskog furnira) je provedeno u Institutu Tehničkog fakulteta na kitalici HMT.50.EM (Universal hidraulic material tester), proizvođača Stirolab d.o.o. Sežana (Slovenija). Dimenzije proba za ispitivanje čvrstoće na zatezanje (maksimalne sile loma) su puno veće od od maksimalnog hoda klipa.

M. Čehić, O. Salah Eldien – Utjecaj debljine i gustoće na silu loma šperploče pod djelovanjem sile zatezanja paralelno i okomito na smjer površinskog furnira

Iz tog razloga je izrađen pristroj kao dodatak pomenutoj kidalici [2] da bi se moglo izvršiti pomenuto ispitivanje.

Dimenzije proba za određivanje sile loma pod djelovanjem sile zatezanja paralelno i okomito na smjer drvnih vlaknaca površinskog furnira korištenih za eksperimentalno ispitivanje su iznosile 1055 mm x 250 mm x debljina ploče.

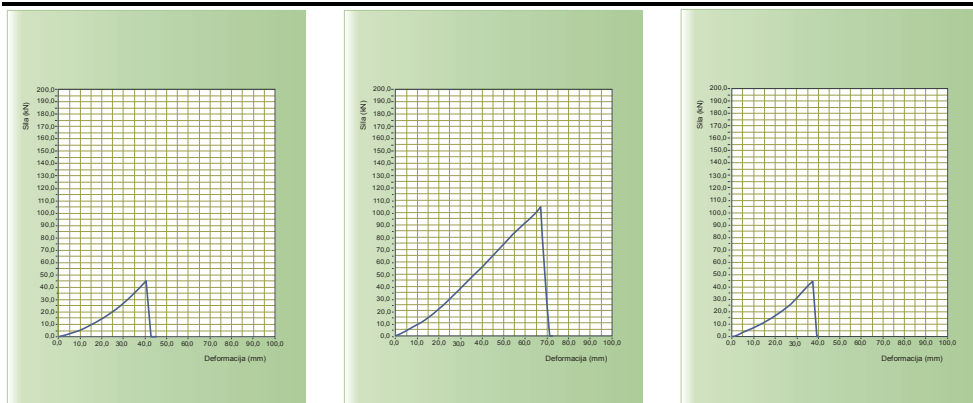
Probe za ispitivanje sile loma pod djelovanjem opterećenja na zatezanje su klimatizirane u uvjetima okoline: temperatura  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  i relativna vlažnost zraka  $65 \pm 5 \%$  i samo ispitivanje je provedeno u ovim kontrolisanim uvjetima okoline. Prilikom ispitivanju sile loma pod djelovanjem opterećenja na zatezanje brzina ostvarenja opterećenja je bila 2,5 [mm/sec], čime se obezbjeđivalo da maksimalno opterećenje se postiže za  $300 \pm 120$  [sec], prosječno 300 [sec].



Slika 1. Kidalica HMT.50.EM sa pristrojem za ispitivanje zatezne čvrstoće šperploče

Radi potvrde podataka urađenih na kidalici HMT.50 EM i utvrđivanja veličine deformacije koja se ostvari pri djelovanju sile zatezanje je paralelno sa prikupljanjem podataka koje vrši STIROLAB-HMT.50EM softver mjerenje deformacije je izvršeno i sa mjerno – pojačivačkim uređajem „Spider 8“, proizvođača *Hottinger Baldwin Messtechnik (HBM)* iz Njemačke, koji je usklađen za rad sa računarnom.

M. Čehić, O. Salah Eldien – Utjecaj debljine i gustoće na silu loma šperploče pod djelovanjem sile zatezanja paralelno i okomito na smjer površinskog furnira



2. Grafički prikaz toka naprezanja na zatezanje za topolinu šperploču debljine 20 mm, bukovu šperploču debljine 20 mm i kombinovanu šperploču debljine 18 mm

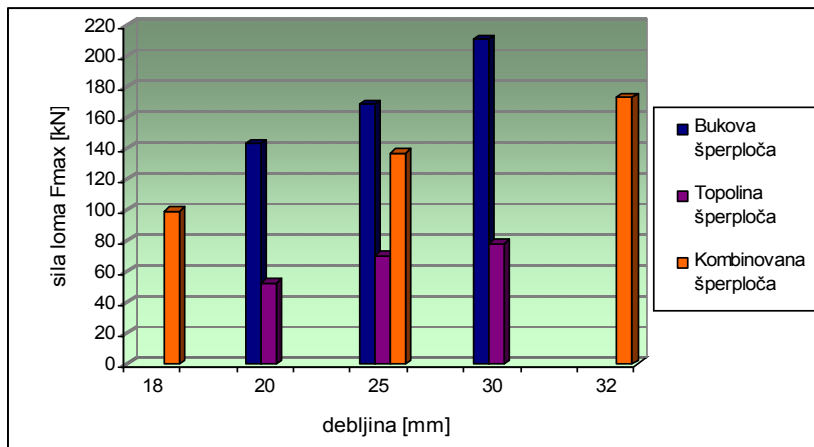
On omogućava grafički prikaz toka naprezanja na zatezanje (zavisnost deformacije od sile loma pod djelovanjem sile zatezanja).

### 3. REZULTATI ISPITIVANJA SILE LOMA ŠPERPLOČE POD DJELOVANJEM SILE ZATEZANJA PARALELNO I OKOMITO NA SMJER VLAKANACA POVRŠINSKOG FURNIRA

Ispitivanje sile loma šperploče pod djelovanjem sile zatezanja paralelno i okomito na vlakanca površinskog furnira je urađeno na po 8 proba za svaku debljinu i tip ploče. Dobiveni rezultati mjerenja su prezentirani u tabeli 1.

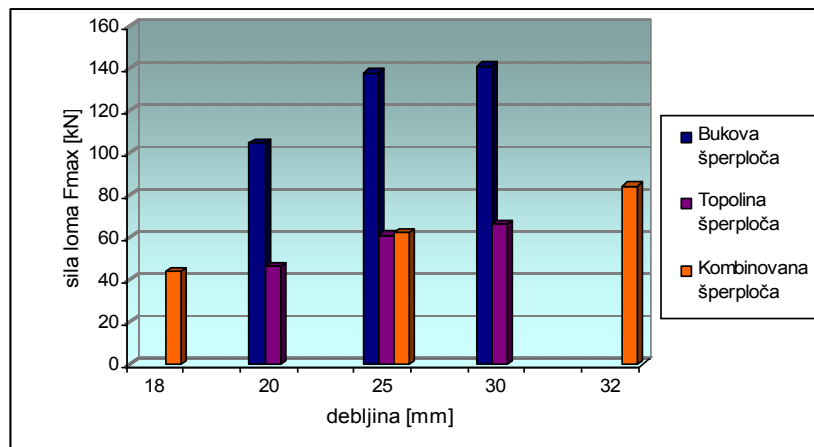
Tabela 1. Rezultati ispitivanja sile loma šperploče pod djelovanjem sile zatezanja paralelno i okomito na vlakanca površinskog furnira

Tip šperploče	Debljina [mm]	Sila loma šperploče $F_{\max,t,\perp}$ [kN]			Sila loma šperploče $F_{\max,t,\perp}$ [kN]		
		minimalna	maksimalna	prosječna	minimalna	maksimalna	prosječna
Topolina šperploča	20	41,5	63,8	52,66	41,9	49,0	46,24
	25	65,6	76,9	70,65	57,0	65,3	61,1
	30	72,2	83,3	78,48	51,3	71,5	66,66
Bukova šperploča	20	139,4	147,4	143,46	99,5	111,3	105,03
	25	166,5	172,0	169,20	133,2	142,2	137,90
	30	208,5	213,9	211,35	138,4	143,0	141,09
Kombinovana (bukovo–topolina) šperploča	18	od 92,7	103,1	99,45	40,3	46,5	43,86
	25	127,2	149,5	137,07	57,3	70,1	62,63
	32	168,9	177,4	173,49	77,6	90,6	84,29



Tip šperploče	Sila loma $F_{\max,t,II}$ [kN] za debljine šperploče u mm				
	18	20	25	30	32
Bukova		143,46	169,2	211,35	
Topolina		52,66	70,65	78,48	
Kombinovana	99,45		137,07		173,49

Slika 3. Dijagram sile loma pod djelovanjem sile zatezanja paralelno sa smjerom vlaknaca površinskog furnira ploče  $F_{\max,t,II}$  [kN]



Tip šperploče	Sila loma $F_{\max,t,\perp}$ [kN] za debljine šperploče u mm				
	18	20	25	30	32
Bukova		105,03	137,90	141,09	
Topolina		46,24	61,10	66,66	
Kombinovana	43,86		62,63		84,29

Slika 4. Dijagram sile loma pod djelovanjem sile zatezanja okomito na smjer vlaknaca površinskog furnira ploče  $F_{\max,t,\perp}$  [kN]

U prezentiranim dijagramima sile loma šperploče pod djelovanjem sile zatezanja paralelno i okomito na smjer vlakana površinskog furnira se grafički jasno vide razlike u čvrstoćama svakog pojedinog tipa šperploče i određene debljine.

#### 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu provedenog ispitivanja može se zaključiti sljedeće:

- ❖ Sila loma šperploče pod djelovanjem zatezne sile paralelno i okomito na smjer drvnih vlakana površinskih furnira zavise od gustoće i debljine ploče.
- ❖ U toku eksperimentalnog istraživanja se potvrdila činjenica da istu vrijednost sile loma imaju tanje šperploče veće gustoće i obrnuto, šperploče manje gustoće a veće debljine.
- ❖ Ova činjenica omogućava izbor najmanje dva ili više tipova šperploče određenih (specifičnih) debljina za iste projektne uvjete upotrebe drvene konstrukcije. Tip šperploče je definisan gustoćom ploče koja se postiže slaganjem furnira određenih debljina i vrste drveta u konstrukciji šperploče.
- ❖ Sila loma šperploče pod djelovanjem sile zatezanja paralelno i okomito na smjer drvnih vlakana površinskih furnira zavisi od tipa ploče i ugla pod kojim djeluje opterećenje u odnosu na smjer vlakana površinskog furnira.
- ❖ Kako je i očekivano najmanje vrijednosti sila loma su bile kod topolinskih šperploča, veće kod kombinovanih šperploča i najveće kod bukovih šperploča.
- ❖ Također, ploče istog tipa i iste debljine su imale manje vrijednosti sila loma pri djelovanju opterećenja okomito na smjer vlakana površinskog furnira nego kod paralelnog djelovanja opterećenja za sve tipove šperploča.
- ❖ Ulazni parametri u procesu proizvodnje utječu na tip i osobine šperploče. Osobine šperploča determiniraju područje primjene.

#### 5. LITERATURA

- [1] M. Čehić: Optimizacija tipa i izbor pločastog materijala na bazi drveta za upotrebu u građevinarstvu, doktorska disertacija, Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, septembar 2012
- [2] I.Karabegović, M.Čehić, S.E.Omer: "Making arrangements as a supplement existing measuring equipment for determining mechanical features of plywood", 15<sup>th</sup> International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology" TMT 2011, Prague, Czech Republic, 12-18 September 2011, Proceedings str. 889-892