

Lijepljenje vodootpornim sintetskim ljepilima

GLUEING WITH WATERPROOF SYNTHETIC GLUES

Mr **Stjepan Petrović**,
Institut za drvo Zagreb

UDK 630*824.33

Prof. **Zora Smolčić-Žerdik**,
Zagreb

Primljeno: 15. studenog 1985.
Prihvaćeno: 22. ožujka 1986.

Znanstveni rad

Sažetak

U članku su prikazani rezultati istraživanja utjecaja vrsta drva, specifičnog nanosa ljepila i vrste ljepila na kvalitetu lijepljenog spoja.

Ispitivanje je provedeno prema faktorskom planu pokusa 2.3.4., a protumačeno je ukupno 75% utjecaja ispitanih faktora na kvalitetu lijepljenja.

Ključne riječi: lijepljenje drva — vodootporna sintetska ljepila — kvaliteta lijepljenja.

Summary

The paper presents the results of investigation on the influence of the type of wood, the specific glue amount and the type of glue on the quality of the glued joint.

The investigation was carried out according to the factor plan of tests 2.3.4 and 75% influences of tested factors on the glueing quality are explained.

Key words: water resistant synthetic glues — glueing quality

1.0. UVOD

Drvo kao materijal ima danas, kao i u prošlosti, veliko značenje u razvoju ljudskog društva. Unatoč pronalasku čitavog niza materijala koji u znatnoj mjeri supstituiraju drvo, ponajviše zbog niske cijene, potrebe za drvom su u stalnom porastu. Tu, naizgled, apsurdnu činjenicu može se prije svega pripisati mnogim tehnološkim procesima, koji su omogućili proizvodnju nekih novih materijala na bazi drva i sintetskih ljepila. Drvo kao prirodni polimer pogodno je za lijepljenje, jer dobiveni sistem ljepilo-drvo zadržava uz dobra fizičko-mehanička i etetska svojstva drva.

Primjena sintetskih ljepila omogućila je da se tehnologijom podužnog i plošnog lijepljenja iz manje kvalitetnih kratkih elemenata dobiju visokokvalitetni proizvodi željenog oblika i dimenzija (uslojeno, lamelirano drvo, iverice, furnirske ploče itd.). U ovom radu razmotrit će se samo jedno područje, tj. proizvodnja lameliranih lijepljenih inženjerskih konstrukcija.

Kao osnovni materijal u proizvodnji ovih konstrukcija upotrebljava se masivno drvo jele i smre-

ke. Postojeći propisi, kojima se reguliraju uvjeti projektiranja i proizvodnje ovih konstrukcija, dopuštaju upotrebu i drugih vrsta drva, ako zadovoljavaju zahtjeve navedene u spomenutim propisima. U posljednje vrijeme, zbog teškoća u osiguranju kvalitetne piljene građe četinjača, neki proizvođači ovih konstrukcija koriste topolu (4, 5, 6). Za potrebe proizvodnje dugačkih elemenata, određenog presjeka, primjenjuje se prije spomenuta tehnologija podužnog i plošnog lijepljenja, pa je za kvalitetu gotove konstrukcije vrlo važno postići kvalitetne lijepljene spojeve u uvjetima djelovanja niza utjecajnih faktora. Radi boljeg upoznavanja tih faktora i optimiziranja tehnologije lijepljenja postavljen je cilj da se ispita utjecaj nekih tehnoloških faktora na kvalitetu lijepljenja masivnog drva jele/smreke i topole.

2.0. METODOLOGIJA RADA

2.1. Plan pokusa

Za predmetno ispitivanje upotrijebljen je plan podijeljenih parcela SSP (SPLIT - SPLIT - PLOT). Kao varijabilni faktori izabrani su: vrsta drva, specifični nanos ljepila i vrsta ljepila. Plan pokusa u osnovnom obliku prikazan je u tablici I.

* Referat objavljen u Zborniku radova: 7. dani društva plastičara i gumaraca. Savjetovanje »Lijepljenje i zavarivanje polimera« 20. i 21. ožujka 1986.

Zahvaljujemo Društvu plastičara i gumaraca što nam je dopustilo objavljivanje rada.

PLAN POKUSA

Tablica I

Faktori	Oznaka faktora	Nivo djelovanja faktora	Oznaka nivoa faktora
Vrsta drva	A	jela/smreka	A ₁ ✓
		topola	A ₂
Nanos ljepila (g/m ²)	B	180	B ₁
		250	B ₂ ✓
		320	B ₃ ✓
		RFF-1	C ₁ ✓
Vrsta ljepila	C	Kauramin	C ₂
		RFF-1 + zaštitno sredstvo	C ₃
		Kauramin + zaštitno sredstvo	C ₄

Jela/smreka izabrane su radi njihove široke upotrebljivosti u proizvodnji lameliranih konstrukcija, te poznavanja njihova ponašanja u proizvodnji i eksploataciji. Topola kao brzo rastuća vrsta interesantna je radi moguće djelomične supstitucije za jelu/smreku. Zbog toga se željelo ispitati kvalitetu elemenata od jele/smreke i topole, koji su lijepljeni pod istim uvjetima.

Kao veziva upotrijebljene su dvije vrste ljepila: RFF-1 — proizvodnje Chromos-Zagreb i Kauramin 5011, proizvodnje tvrtke BASF-Ludwigshafen. Vodootpornost upotrebljenih ljepila provjerena je prethodno na standardnim epruvetama prema JUS-u H. K8.024.

U skladu s planom pokusa ispitani su utjecaji vrste ljepila i jediničnog nanosa na čvrstoću smicanja u sloju ljepila. Budući da je za primjenu drvenih konstrukcija otpornost na vatru jedan od važnih zahtjeva, to su u planu pokusa predviđeni i dodaci anorganskih soli u ljepilo, sa svrhom povećanja otpornosti na gorenje. S tim u vezi željelo se istovremeno ispitati i taj utjecaj na kvalitetu lijepljenja.

Jedinični nanos ljepila variran je na tri nivoa radi mogućnosti izbora najpovoljnije kombinacije.

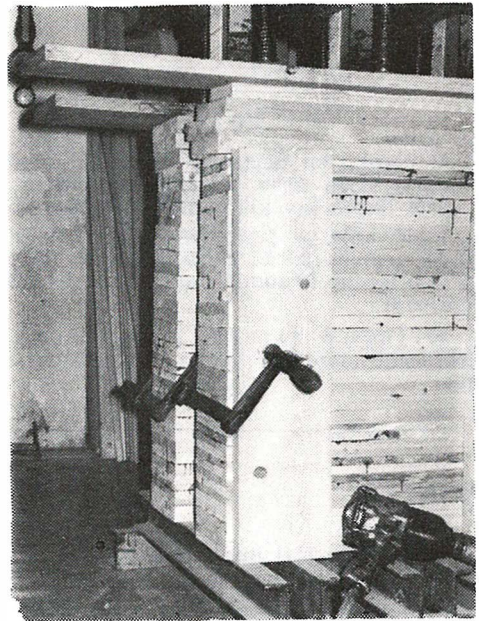
2.2. Provođenje pokusa

U fazi provođenja pokusa, na konstantnoj razini održavani su slijedeći tehnološki faktori:

- mikroklimatski uvjeti 20° C, 75% vlage
- vlažnost drva 7 — 10%
- tehnika nanošenja ručno
- otvoreno vrijeme 20 min
- pritisak prešanja 0,6 N/mm²
- vrijeme prešanja 14 sati

Upotrijebljene lamele jele/smreke i topole dužine 800 mm, širine 20 mm i debljine 20 mm pripremljene su na uobičajeni način za lijepljenje (kontrola vlage, blanjanje).

Oba ljepila su prije upotrebe ispitana radi ustanovljenja početnog stanja (viskozitet po Fordu N^o-4, površinska napetost — tenzometrom LAUDA, čvrstoća na smicanje na standardnim epruvetama). Ljepila su pripremljena za nanos prema uputama proizvođača. Prilikom dodavanja protupožarnog sredstva došlo je do značajnog ubrzanja reakcije polikondenzacije ljepila, što je posljedica promjena pH vrijednosti.



Sl. 1 — Vijčana preša s paketima lamela prema planiranim kombinacijama.

Fig. 1 — Screw-press with lamella packets as per planned combinations

S obzirom na uočene teškoće u radu, neophodno će biti potrebno u budućim radovima prilagoditi recepturu za pripremu ljepila.

Pripremljeno ljepilo je ručno nanešeno na lamele u količini zavisno o kombinaciji faktora u planu pokusa. Nakon nanosa ljepila lamele su složene i stavljene u prešu prema sl. 1. Potreban pritisak ostvaren je pomoću pneumatskog uvijača s moment-ključem.

Nakon prešanja i kondicioniranja, izrađene su epruvete za ispitivanja čvrstoće na smicanje u sloju ljepila prema metodi EMPA — Zürich (1) i DIN-u 51187. Ispitivanje čvrstoće na smicanje provedeno je na stroju 0. Wolpert tip U-5 pri brzini djelovanja sile od 10 mm/min. Osim određivanja čvrstoće na smicanje na uobičajeni način izvršena je također procjena učešća smicanja po drvu, iz-

računata u % u odnosu na ukupnu površinu smicanja. Radi pojašnjenja karakterističnih pojava u nekim kombinacijama, izrađeni su mikrotomski preparati, odnosno mikrofotografije presjeka kroz lijepljeni spoj s povećanjem od 36 puta.

3.0. REZULTATI ISPITIVANJA

Dobiveni rezultati za pojedine kombinacije komparativno su prikazani u tablici II i sl. 2 i 3.

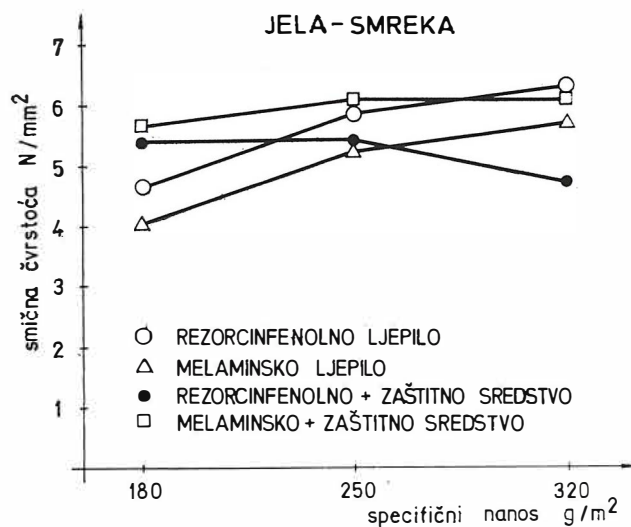
Tablica II

Oznaka kombinacije	Čvrstoća na smicanje N/mm ²			Smicanje po drvu %
	min	x	max	
A ₁ B ₁ C ₁	3,44	4,63	6,09	93
A ₁ B ₁ C ₂	0,66	4,05	5,87	55
A ₁ B ₁ C ₃	3,91	5,37	6,19	81
A ₁ B ₁ C ₄	4,97	5,66	6,56	91
A ₁ B ₂ C ₁	5,19	5,89	7,22	95
A ₁ B ₂ C ₂	3,94	5,22	6,97	94
A ₁ B ₂ C ₃	4,44	5,39	6,03	84
A ₁ B ₂ C ₄	4,00	6,06	7,22	96
A ₁ B ₃ C ₁	5,41	6,27	7,72	96
A ₁ B ₃ C ₂	4,19	5,69	6,94	95
A ₁ B ₂ C ₃	3,50	4,71	5,72	91
A ₁ B ₃ C ₄	5,00	6,08	6,94	98
A ₂ B ₁ C ₁	3,56	4,89	6,59	85
A ₂ B ₁ C ₂	2,00	3,45	5,06	14
A ₂ B ₁ C ₃	2,19	3,08	4,56	30
A ₂ B ₁ C ₄	3,38	4,54	5,41	95
A ₂ B ₂ C ₁	4,8	5,63	6,88	95
A ₂ B ₂ C ₂	2,31	3,45	4,75	44
A ₂ B ₂ C ₃	4,09	5,69	6,66	87
A ₂ B ₂ C ₄	5,19	5,84	6,75	85
A ₂ B ₃ C ₁	5,28	5,89	6,81	97
A ₂ B ₃ C ₂	4,25	5,56	7,53	94
A ₂ B ₃ C ₃	5,13	5,83	6,75	94
A ₂ B ₃ C ₄	5,31	5,83	6,78	97

Signifikantnost utjecaja pojedinih faktora utvrđena je provedbom F-testa, prema pragu signifikantnosti 0,05 i 0,01. Vrijednost F i F₀ za svaki faktor i odgovarajuću interakciju, te prag signifikantnosti prikazani su u tablici III.

Tablica III

Izvor varijacija	F	F _{0,05}	F _{0,01}
A	10,12	4,84	9,65
C	62,24	2,75	4,10
AC	7,63	2,75	4,10
B	5,38	3,05	4,73
AB	4,46	3,05	4,73
BC	8,65	3,05	4,73
ABC	17,09	3,05	4,73



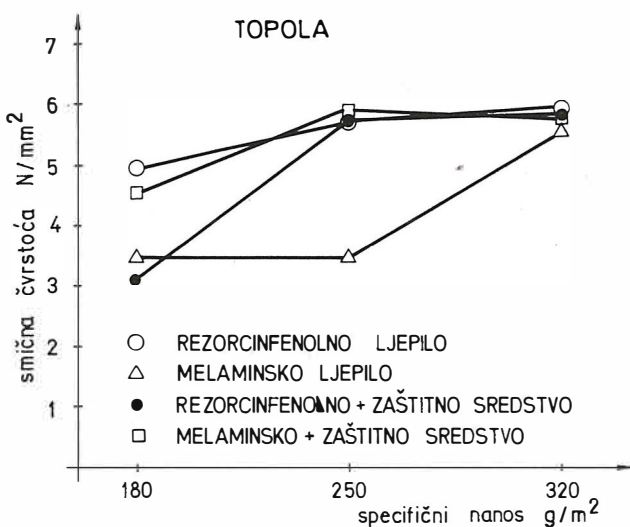
Sl. 2 — Čvrstoća na smicanje u ovisnosti o vrsti i modifikaciji ljepila te jediničnom nanosu.

Fig. 2. — Shear strength depending on type and modification of glue and deposit per unit

Prema tome, na osnovi dobivenih podataka može se zaključiti da svi ispitani faktori i njihove interakcije signifikantno djeluju na kvalitetu lijepljenog spoja. Osim nekih iznimaka, gotovo u svim kombinacijama dobivene su vrijednosti iznad 4,0 N/mm² što se može smatrati zadovoljavajućim. Iz rezultata je nadalje vidljivo da je relativno veća vrijednost čvrstoće postignuta s ljepilom RFF-1 nego s Kauraminom.

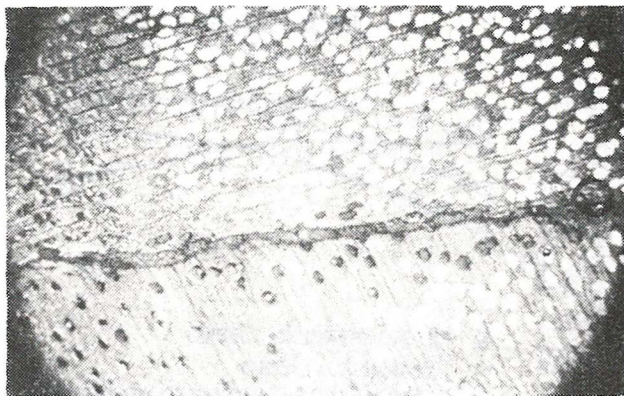
Također su postignuti bolji rezultati s jelom/smrekom nego topolom, što je i očekivano na temelju poznatih svojstava jedne i druge vrste drva.

Veći nanos ljepila različito utječe na kvalitetu spoja kod jele i topole. Zbog veće poroznosti topole potrebno je računati s nešto većim nanosom

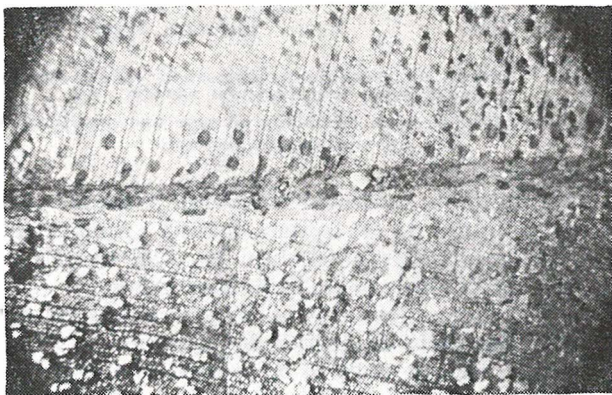


Sl. 3 — Čvrstoća smicanja u ovisnosti o vrsti i modifikaciji ljepila te jediničnom nanosu.

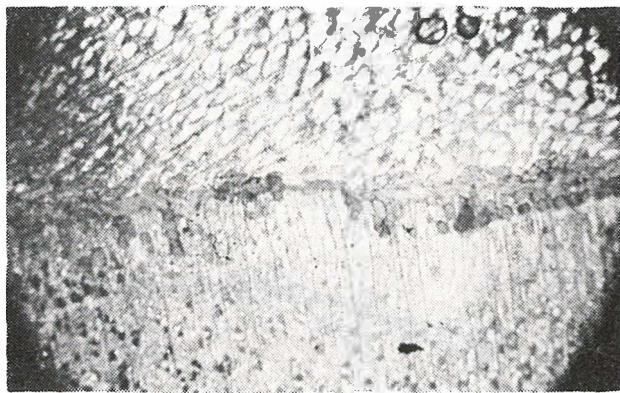
Fig. 3. — Shear strength depending of type and modification of glue and specific glue amount



Sl. 4 — Topola, rezorcifenolno ljepilo, 180 g/m²
Fig. 4 — White poplar, resorcinphenol glue, 180 g/sq. m.



Sl. 5 — Topola, rezorcifenolno ljepilo, 320 g/m²
Fig. 5 — White poplar, resorcinphenol glue, 320 g/sq. m.



Sl. 6 — Topola, rezorcifenolno ljepilo, 320 g/m², zaštitno sredstvo.

Fig. 6 — White poplar, resorcinphenol glue, 320 g/sq. m., a protective

nego: kod jele/smreke. Radi ilustracije na sl. 4. i 5. prikazane su sljubnice kod topole pri nanosu ljepila od 180 gr/m² i 320 gr/m².

Usporede li se rezultati čvrstoće na smicanje (sl. 3) s prikazom sljubnice (sl. 4. i 5.), vidi se da veći nanos ljepila kod topole utječe na povećanje čvrstoće spoja.

Dodatak boraksa i borne kiseline u ljepilo imalo je za posljedicu poboljšanje čvrstoće u lijep-ljenom spoju, što u određenom smislu predstavlja neočekivani rezultat. Unatoč toga mogućnost industrijske primjene je za sada onemogućena upravo zbog brzog porasta viskoziteta i s tim u vezi poteškoća kod nanošenja ljepila. Sl. 6. ilustrira sljubnicu s RFF ljepilom uz dodatak boraksa pri nanosu od 320 gr/m².

4. ZAKLJUČAK

Na osnovi provedenog ispitivanja proizlazi da je pored jele/smreke i topola po svojim karakteristikama i sposobnosti lijepljenja pogodan materijal u proizvodnji lameliranih konstrukcija. Najbolji rezultati za obje vrste drva postignuti su pri nanosu ljepila od 250 gr/m² i 320 gr/m² s ljepilom RFF-1.

Dodavanje sredstava za smanjenje gorivosti interesantno je sa stanovišta povećanja vatrootpornosti ali, također, i čvrstoće na smicanje. Mogućnost prilagođavanja ljepila i zaštitnog sredstva radi postizanja zadovoljavajuće kvalitete lijepljenja i povećanja vatrootpornosti bit će predmet narednih ispitivanja.

LITERATURA

- [1] M. Göldi, J. Sell, H. Strässler: Scherfestigkeit der Klebverbindung von vorimprägnierten Holz-Beitrag zur Entwicklung wetterbeständigen Brettschichtholzes, Holz als Roh und Werkstoff 37 (1979), 241—250.
- [2] Pantelić, J.: Uvod u teoriju inženjerskog eksperimenta, Novi Sad, 1976.
- [3] Petrović, S.: Lijepljenje, Šumarska enciklopedija. II dio, Zagreb, 1984. g., s. 342—352.
- [4] Petrović, S.: Lamelirane konstrukcije, Šumarska enciklopedija, II dio, Zagreb, 1984. g., s. 336—337.
- [5] Stajduhar, F.: Topolovina u mehaničkoj obradi. Referat na »Konferenciji o topoli«, Sremski Karlovci 1955. g.
- [6] * * * : Radovi, knjiga 1. Institut za topolarstvo, Novi Sad, 1968. g.

Recenzent: prof. dr Boris Ljuljka