

# Utjecaj nekih tehnoloških faktora na kakvoću lijepljenja lameliranih prozorskih profila

## EFFECT OF SOME TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE GLUING QUALITY OF LAMINATED WINDOW PROFILES

Dr. Stjepan Petrović, dipl. ing.  
Krems Chemie Krems

UDK 630\*824.8:630\*833

Prispjelo: 12. rujna 1992.

Prethodno priopćenje

Prihvaćeno: 4. prosinca 1992.

### Sažetak

U radu je ispitan utjecaj nekih tehnoloških činitelja (količina nanosa ljepila, zatvoreno vrijeme, vrijeme prešanja) na kvalitetu lijepljenja lameliranih prozorskih profila od jelovine/smrekovine dvama dvokomponentnim ljepilima. Kakvoća lijepljenog spoja određivana je (na 50 mm dugim odrescima elemenata za izradu okvirnica) testom delaminacije nakon hidrotermičkog tretiranja. Sljubnice su na poprečnim presjecima bile razlijepljene na 0—90% ukupne duljine. Izbor kombinacije utjecajnih činitelja, te njihove vrijednosti, koji osiguravaju optimalne rezultate lijepljenja direktno su primjenjivi u praksi.

**Ključne riječi:** Lijepljenje, lamelirani prozori, delaminacija.

### Summary

This paper investigates the influence of some technological parameters (quantity of glue spread, assembly period and pressing period) on the gluing quality of fir/spruce window profiles. Fir/spruce lamellae were glued together with two types of twocomponent adhesive. The quality of the glue bond was determined on 50 mm long blocks cut from window frame profiles. The delamination test was carried out following the application of soaking cycles at various temperatures.

The blocks exhibited delamination over 0—90% of the overall length of the glue line on the end-grain surfaces.

The combination of gluing parameters and their values which assures optimal gluing results is directly applicable in the manufacturing process.

**Key words:** Gluing, laminated windows, delamination.

## 1. UVOD

Lamelirani lijepljeni prozorski profili, unatoč određenih rizika i mogućih grešaka u proizvodnji, sve se više traže na tržištu. Razlog vjerojatno leži u značajnom poboljšanju svojstva, npr. povećanju stabilnosti i prigušenju mogućih deformacija gotovih elemenata, te u postizanju racionalizacije prerade drva. Od mogućih faktora rizika (izbor vrste, kakvoće i strukture drva, preciznost izrade sljubnica, izbor ljepila i lijepljenje) posebno treba izdvojiti one koji utječu na čvrstoću lijepljenja kao najutjecajniji parametar kakvoće lameliranih proizvoda i za sada uzrok najvećih poteškoća. Stoga već kod nabrajanja ovih faktora (količina nanosenog ljepila, viskozitet i pH-vrijednost, otvoreno vrijeme čekanja, kvaliteta sljubnice, pritisak prešanja, temperatura, sposobnost sorpcije, sadržaj vode itd.) postaje jasno da je za besprijekornu primjenu lameliranih profila u vanjskim klimatskim uvjetima potrebna osobito brižliiva i stroga kontrola kakvoće u svim fazama tehnološkog procesa

proizvodnje. Nepridržavanje tih uvjeta može, s obzirom na međusobne ovisnosti navedenih tehnoloških faktora, imati za posljedicu nedovoljnu kakvoću lameliranih profila, koja se u najgrubljem obliku manifestira kao delaminiranje. Da su takvi slučajevi mogući, potvrdila su ispitivanja kontrolnih ustanova, odnosno reklamacije na već izvedenim objektima.

S obzirom na kompleksnost ove problematike, posebno kada se radi o lijepljenim proizvodima za upotrebu u vanjskim klimatskim uvjetima (Hilbert, 1984; Neusser, Schall, 1972. i 1974; Petrović, 1990) i na potrebu da se faktori rizika kod lijepljenja lamela svedu na minimum, poduzeto je predmetno istraživanje radi utvrđivanja optimalnih veličina nekih tehnoloških faktora. Metoda rada i rezultati analizirani su u nastavku.

## 2. MATERIJAL ZA ISTRAŽIVANJE

Kao materijal za istraživanje upotrijebljene su lamele od drva smreke/jele slijedećih dimenzija:

— dužina (ograničena formatom preše) 300 mm  
 — širina 83 "  
 — debljina 25 "

— vrste drva smreka/jela  
 — temperatura prešanja 20—23 °C  
 — sadržaj vode u drvu 10—11%  
 — tlak prešanja 0,7 MPa

Za lijepljenje su upotrijebljena dva tipa dvo-komponentnog ljepila (B 4 prema DIN-u):

— DURO-LAK V 150 + otvrđivač K 101  
 — DURO-LAK V 260 + otvrđivač K 101

## PLAN POKUSA S PRIKAZOM TEHNOLOŠKIH PARAMETARA

Tablica I.

## EXPERIMENT SCHEME WITH THE RELEVANT GLUING PARAMETERS

Table I.

Utjecajni faktor	Nivo djelovanja faktora		
	1	2	3
Nanos ljepila* A (g/m <sup>2</sup> )	150 A <sub>1</sub>	175 A <sub>2</sub>	200 A <sub>3</sub>
Ukupno vrijeme čekanja B (min)	6 B <sub>1</sub>	15 B <sub>2</sub>	—
Vrijeme prešanja C (min)	20 C <sub>1</sub>	40 C <sub>2</sub>	—

\* jednostrano

## 3. METODA RADA

## 3.1. Izrada lameliranih uzoraka

U skladu s postavljenim ciljem, istraživanje je provedeno prema slijedećem planu pokusa (tablica I).

Moguće kombinacije variranih faktora navedene su u tablici II.

Tijekom provedbe pokusa, na konstantnom nivou zadržani su slijedeći faktori:

## MJERODAVNI TEHNOLOŠKI PARAMETRI I REZULTATI DELAMINACIJE ZA POJEDINE PROBE

## TECHNOLOGICAL GLUING PARAMETERS AND DELAMINATION RESULTS FOR INDIVIDUAL SAMPLES

Tablica II.

Table II.

Oznaka kombinacije (otpreska)	Nanos ljepila g/cm <sup>2</sup> (1)	Vrijeme čekanja min	Vrijeme prešanja min	Volumna masa kg/m <sup>3</sup>	Sadržaj vode %	Oznaka epruvete	Delaminiranje %
1	150	6	20	409	10,8	1 2	0 0,3
1a	150	6	20	394	10,8	1 2	0 0
2	150	15	25	397	10,0	1 2	9,8 3,6
2a	150	6	25	415	10,0	1 2	0 0
3	150	15	30	429	10,0	1 2	3,3 3,9
4	150	15	40	386	11,0	1 2	4,6 3,6
5	175	13	20	444	10,0	1 2	0 0
6	175	6	25	412	10,0	1 2	0 0
7	175	6	30	404	10,0	1 2	5,3 7,1
8	175	6	40	447	11,0	1 2	5,4 7,1
9	200	6	20	436	10,7	1 2	0,5 5,1
10	200	6	25	408	10,5	1 2	5,9 8,9
11	200	6	30	374	10,8	1 2	0 2,1
12	200	6	40	422	10,7	1 2	0 0
13 <sup>2</sup>	150	6	25	401	10,0	1 2	2,1 4,8
14 <sup>2</sup>	175	6	25	397	10,7	1 2	0 0

<sup>1</sup> jednostrano<sup>2</sup> ljepila DURO-LAK V 260<sup>a</sup> ponovljene kombinacije

Prije provedbe lijepljenja lamele su kondicionirane u uvjetima normalne klime (23 °C/50% r.vl.) u trajanju od 7 dana, a potom oblanjane radi egaliziranja debljine.

Priprema ljepljiva provedena je prema uputama proizvođača ljepljiva (Fa. Henelit), tj. na 100 težinskih dijelova ljepljiva dodano je 5 težinskih dijelova otvrdnjivača.

Na tako pripremljene lamele jednostrano je pomoću nazubljene plastične lopatice nanoseno pripremljeno ljepljivo u skladu s količinama navedenim u planu pokusa (tablica I). U procesu izrade lameliranih profila i ostali tehnološki parametri zadržani su u planiranim okvirima.

Nakon izrade lamelirani otpresci su uskladišteni u uvjetima standardne klime (23 °C/50% relativne vlage) u trajanju od 6 tjedana radi potpunog vezanja ljepljiva, a potom ispitani.

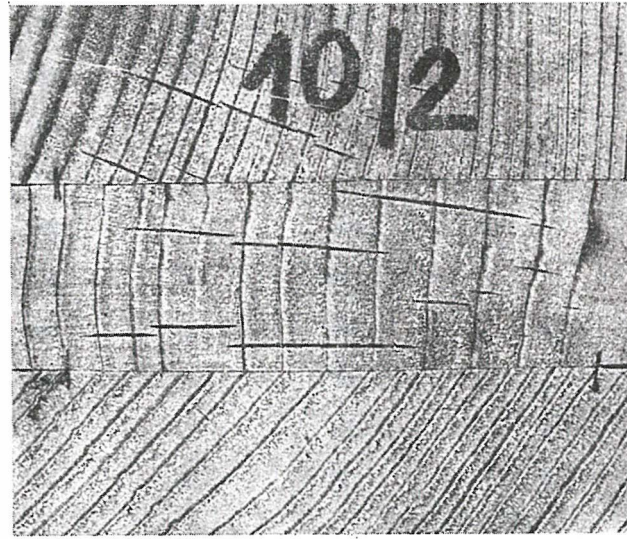
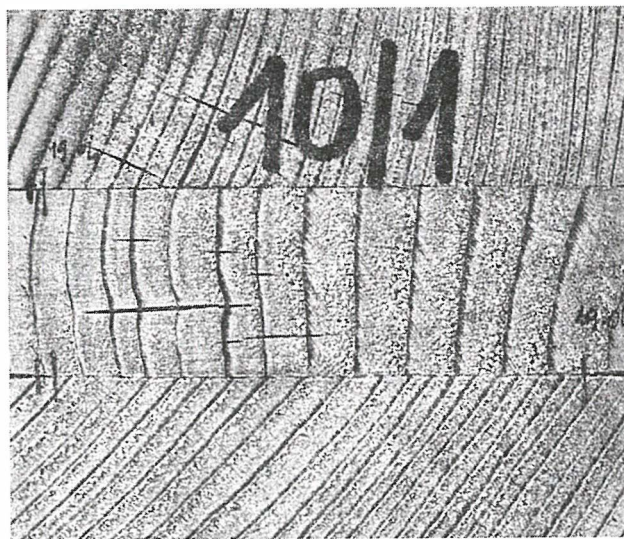
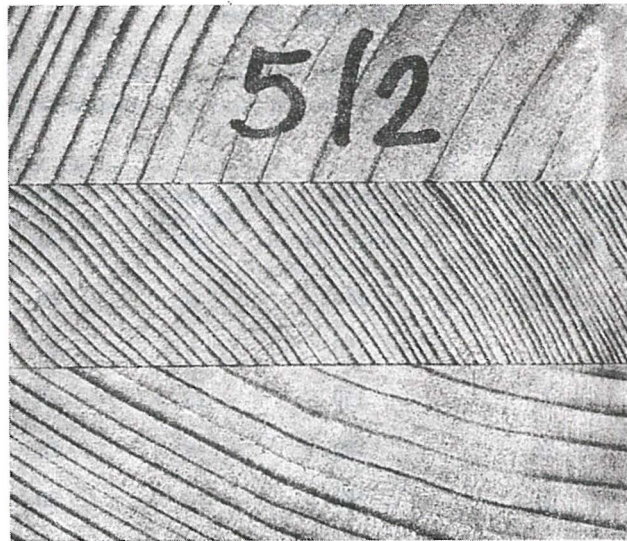
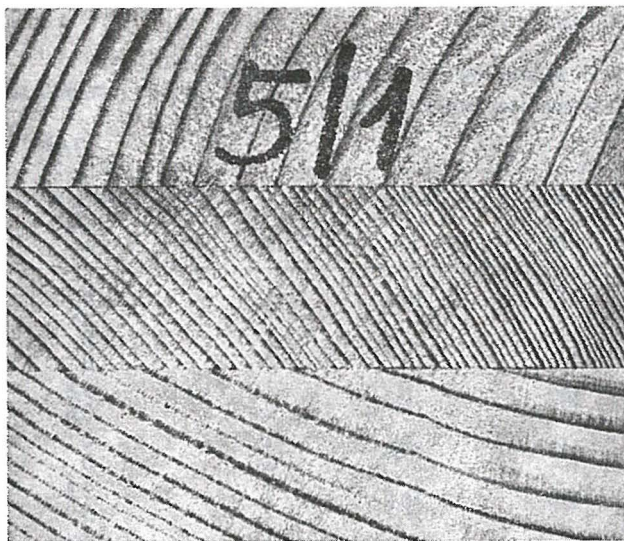
### 3.2. Ispitivanje kakvoće

Ispitivanje je provedeno na epruvetama dužine 50 mm, te širine i visine jednake onima gotovog otpreska. Od svakog otpreska (kombinacije) izrađene su po dvije epruvete.

Za ocjenu kakvoće lameliranih prozorskih profila primijenjena je metoda »delaminiranja« po austrijskim propisima o kakvoći lijepljenih prozorskih profila (ARGE QUALITÄTSARBEIT, drugo izdanje, Beč 1991).

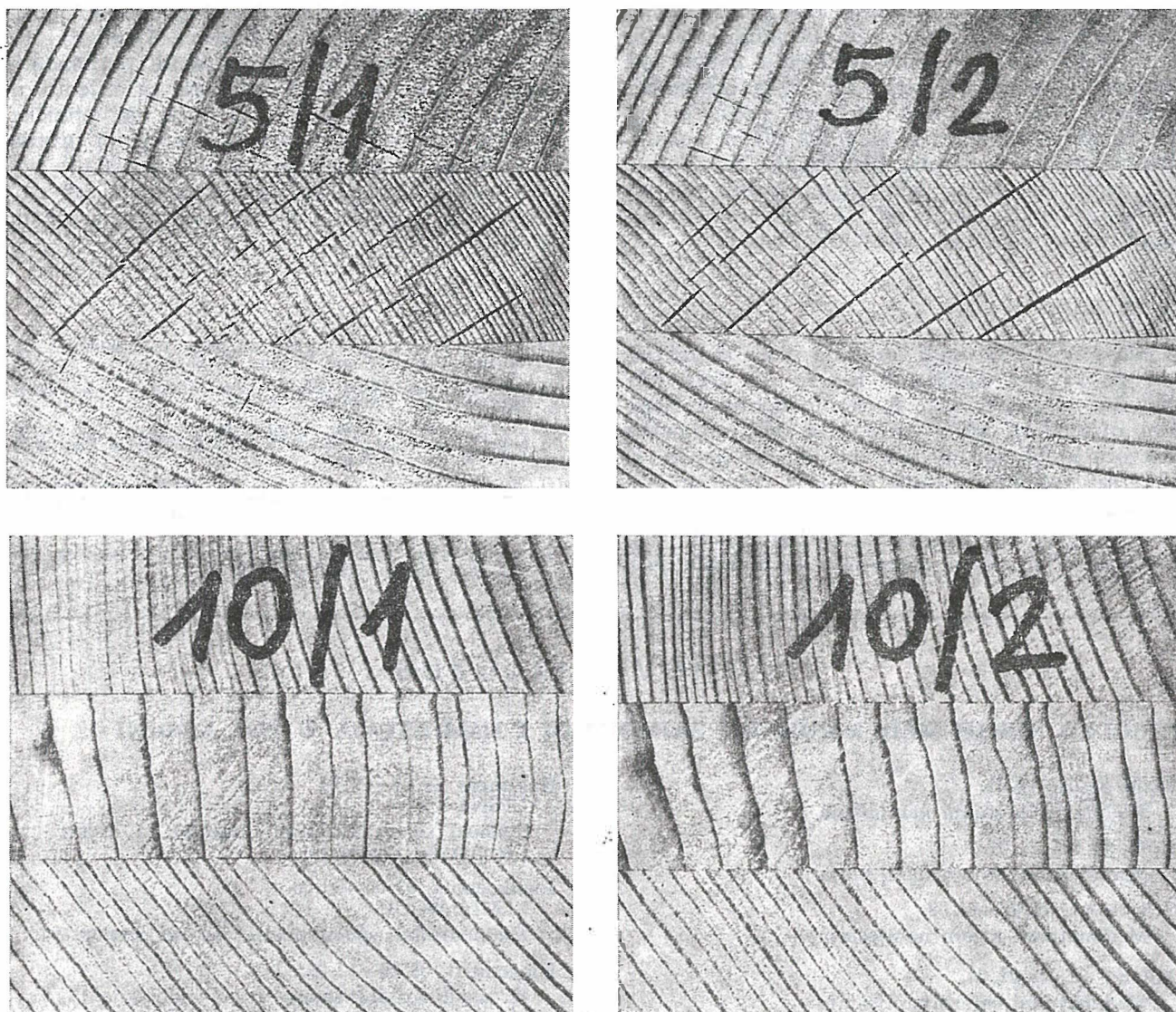
Metoda ispitivanja kakvoće lijepljenja (test delaminiranja) obuhvaća slijedeće uvjete ispitivanja:

— močenje u vodi	3 sata/20 °C
— močenje u vodi	3 sata/60 °C
— močenje u vodi	18 sati/20 °C
— normalna klima	72 sata/23 °C/50% r.vl.



Slika 1. Poprečni presjeci karakterističnih proba prije izlaganja (snimljeno na fotokopirnom stroju)

Fig. 1. Cross sections of characteristic samples before treatment (photocopy)



Slika 2. Poprečni presjeci karakterističnih proba poslije izlaganja (snimljeno na fotokopirnom stroju)

Fig. 2. Cross sections of characteristic samples after treatment (photocopy)

Ocjena kakvoće temelji se na određivanju relativnog udjela duljine otvorenih sljubnica u odnosu na ukupnu duljinu sljubnica na poprečnim presjecima. U skladu s navedenim propisima o kakvoći, ispitane epruvete dužine 50 mm ne smiju nakon završetka testa pokazivati znakove otvaranja sljubnica.

#### 4. REZULTATI

Kakvoća lijepljenja lameliranih profila, u ovisnosti o nivou variranih faktora prikazana je u tablici II, a stanje sljubnica prije i nakon provedbe testa delaminiranja na slici 1 (početno stanje) i na slici 2 (konačno stanje).

Na osnovi prikazanih rezultata proizlazi da udjel delaminacije iznosi u prosjeku 0—9%, što upućuje na različite utjecaje u pojedinim kombi-

nacijama djelovanja faktora. Razlike su u većini slučajeva posljedica utjecaja nanosa ljepljiva, vremena prešanja i tzv. otvorenog vremena čekanja. Pritom i njihove međusobne interakcije imaju važnu ulogu, jer o njihovoj usklađenosti ovisi konačni rezultat, tj. kakvoća lijepljenja lamela. Naime, u procesu prešanja kemijska reakcija omrežavanja ljepljiva mora postići određeni nivo da sljubnica može preuzeti sva naprezanja oslobođena u otpresku nakon djelovanja vanjskog pritiska prešanja. Takvo stajne ljepljiva u sljubnici, uz pretpostavku da je temperatura i sadržaj vode u drvu u fazi prešanja konstantan, te da se radi o istoj vrsti drva, kako je to u ovom istraživanju provedeno, u najvećoj mjeri rezultat interakcije tri navedena faktora.

Iz tablice II. vidljivo je da se optimalni rezultati kod primjene ljepljiva DURO-LAK 150 postižu kod kombinacija s količinom nanosa od 150—

—175 g/m<sup>2</sup>, vremenom čekanja 5—6 min i vremenom prešanja od 20—25 min, (kombinacije 1a, 2a, 5 i 6). Nasuprot tome, u slučaju nanosa od 200 g/m<sup>2</sup> i vremena čekanja od 5 min, optimalan rezultat postiže se kod vremena prešanja od 30—40 min, (kombinacije 11, i 12). Slična konstatacija vrijedi i za ljepilo DURO-LAK 260. Naime i u ovom slučaju se optimalan rezultat postiže u slučaju nanosa ljepila od 175 g/m<sup>2</sup>, vremena čekanja 6 min i vremena prešanja 25 min.

## 5. ZAKLJUČAK

Na osnovi dobivenih rezultata može se zaključiti da se kod lijepljenja lamela od drva jela /smreka vlažnosti 10% dvokomponentnim ljepilom DURO-LAK 150 i DURO-LAK 260, optimalna kakvoća lijepljenja postiže kod nanosa ljepila od 175 g/m<sup>2</sup>, vremena čekanja 6 min i vremena prešanja od 25 min.

S obzirom da je predmetno istraživanje bilo potaknuto potrebom rješavanja konkretnih pro-

blema u proizvodnji lameliranih prozorskih profila i poboljšanja njihove kakvoće lijepljenja, to se navedene vrijednosti variranih parametara mogu u približno istim uvjetima primijeniti u praksi. Pritom treba uzeti u obzir da tehničke mogućnosti izrade lameliranih lijepljenih profila nisu svugdje u proizvodnji iste, što iziskuje potrebu prilagođivanja relevantnih faktora tim mogućnostima i stalnu kontrolu kakvoće izrađenih profila.

## LITERATURA

- [1] Anonymus (1991): Schichtverleimte Rahmehölzer. Der deutsche Schreiner und Tischler 10, 57—60.
- [2] Böhme, Ch. (1988): Einfluss der Holzart auf die Verleimungsqualität. Adhäsion, 5, 27—30.
- [3] Petrović, S. (1990): Istraživanje lijepljenja drva vodootpornim sintetskim smolama za vanjsku upotrebu. Disertacija, Šumarski fakultet Zagreb.
- [4] Turkulin, H., Ljuljka, B. (1989): Lamelirana građevinska stolarija. Studija izrađena u okviru projekta 01.05.03. »Optimizacija materijala, proizvoda i tehnologija u preradi drva«, Zagreb.
- [5] ÖHFI (1991): Gütevorschriften für verklebte Fensterkanteln aus Holz (Zweite, geänderte Auflage).

## SAJMOVI I IZLOŽBE

### PREGLED NEKIH MEĐUNARODNIH SAJMOVA DI I NAMJEŠTAJA U 1993. GODINI

Pariz, 08. 01—12. 01.

Međunarodni sajam namještaja

Köln, 19. 01—24. 01.

Međunarodni sajam namještaja

Stockholm, 11. 02—14. 02.

Međunarodni sajam namještaja

Milano, 16. 04—21. 04.

Međunarodni sajam namještaja

Graz, 01. 05—09. 05.

Specijalizirana izložba drvne industrije

Kopenhagen, 05. 05—09. 05.

Skandinavski sajam namještaja

Köln, 14. 05—18. 05.

INTERZUM

Međunarodni sajam industrije namještaja i opreme

Hannover, 19. 05—25. 05.

LIGNA

Svjetski sajam strojeva i opreme za drvnu i šumarsku industriju

Joensuu, 03. 06—06. 06.

ELMIA WOOD

Međunarodni specijalizirani sajam šumarstva

Klagenfurt, 08. 09—12. 09.

42. međunarodni sajam drvne industrije i 24. simpozij šumarstva i drvne industrije

Helsinki, 14. 09—19. 09.

HABITARE

Međunarodni sajam namještaja i unutarnjeg uređenja

Klagenfurt, 16. 09—19. 09.

Sajam drvne industrije

Bruxelles, 23. 11—29. 11.

Međunarodna izložba drvne industrije