

Čvrstoća spoja različitih materijala i ljepila za oblaganje rubova

BOND STRENGTH OF VARIOUS MATERIALS AND HOTMELTS FOR EDGE BONDING

Željko Šonje, dipl. ing.
 Primjensko-tehnički odjel tvrtke
 Klebchemie, Weingarten, SR Njemačka
 Prof. dr. sc. Boris Ljuljka
 Šumarski fakultet, Zagreb
 Primljeno: 13.06.94
 Prihvaćeno: 25. 10. 94.

UDK630*824.81

Prethodno priopćenje

Sažetak

Cilj ovoga rada bilo je istraživanje čvrstoće spojeva različitih rubnih materijala prilijepljenih u industrijskim uvjetima na ravni rub ploče iverice različitim vrstama ljepila te iznalaženje najpogodnijih metoda ispitivanja čvrstoće spoja rubnog materijala i ploče iverice.

Istraživanja su provedena na nefurniranoj ploči iverici debljine 18 mm uz primjenu različitih rubnih materijala i EVA, PA, PO i PU ljepila.

Ispitano je nekoliko oblika uzoraka.

Najčvršće spojeve svih materijala daje PU ljepilo. Pri analizi spojeva s različitim rubnim materijalima u području niskih temperatura najslabiji su oni s PVC-rubnim materijalom, srednje čvrstoće s HPL-materijalom a najčvršći s papirom i bukvinom.

Pri srednjim i visokim temperaturama na čvrstoću spoja znatnije utječe ljepilo nego rubni materijal.

Ključne riječi: taljiva ljepila, oblaganje rubova, rubni materijali.

Summary

The aim of the work was the investigation of the bond strength of various edging materials glued with four different hotmelts to the flat edge of a particleboard. Further interest was to establish the most suitable methods for assessment of the strength of the bond between the edging material and the particleboard.

The investigation has been motivated by the earlier work of the authors and of the other researchers. In that work the combination of the boards and edging materials, as well as the gluing procedure, did not represent the ideal model of the edge bond.

The experiment has been performed on the non-veneered, 18 mm thick particleboard with the application of following edging materials:

- PVC strip, 3 mm thick
- paper strip, 0.6 mm thick
- HPL laminate (strip), 0.9 mm thick
- solid beech (lath), 12 mm thick

Those materials were edge-bonded using hotmelts on various bases:

- ethylene/vinyl acetate copolymer (EVA)
- polyamide (PA)
- polyolephine (PO)
- polyurethane (PU).

Three types of testing samples had been examined, and the most suitable sample type proved to be sample "C" (Fig. 1).

The strongest bonds with all materials have been achieved with PU adhesive. The analysis of the bonds with various edging materials at low temperatures revealed the bonds with PVC strip as the poorest, those with HPL strips as mediocre, and the bonds with paper and solid beech as the strongest.

At medium and high temperatures the type of adhesive influences the bond strength to a greater extent than the edging material.

The observation during investigation led to the conclusion that the experimentally induced stresses should simulate the actual stresses in use more closely.

Key words: hotmelts, edge bonding, edging materials.

UVOD

Introduction

Pločasti dijelovi namještaja danas se najčešće izrađuju iz ploča iverica i MDF ploča, koje se nakon toga po plohama i rubovima oblažu furnirima i folijama.

U uporabi su vanjske plohe i rubovi izloženi različitim utjecajima, pri čemu je intenzitet tih utjecaja bitno veći na rubovima, odnosno na bridovima. Stoga je neobično važno kvalitetno oblaganje rubova, jer se time povećava pouzdanost finalnih proizvoda u uporabi. U postupku "postforminga" i njemu srodnim oblažu se plohe i rubovi ujedno, no taj postupak nije predmet naših razmatranja. Osnovni je cilj ovih istraživanja postizanje čvrstog i trajnog spoja kod zasebnog oblaganja ruba, te način ispitivanja postignute čvrstoće.

U radu (6) istraživana je postojanost spojeva s taljivim ljepilima na različite temperature i trajnost tih spojeva. Slijepljeni su spojevi ispitani na uzorcima T oblika od bukovine po DIN/EN-205 uz primjenu ljepila na osnovi kopolimera etilenvinilacetata - EVA, poliamida - PA, poliolefina - PO i poliuretana - PU. Rezultati istraživanja ukazali su na stanovitu prednost PU i PO ljepila pred ostalima, no ispitivanja su provedena na uzorcima koji kao modeli slijepljenih spojeva namještaja ne zadovoljavaju u potpunosti. Naime riječ je o T spoju bukovina - ljepilo - bukovina, koji nije izrađen na stroju za oblaganje rubova.

U radovima (3) i (5) istraživana su svojstva spojeva različitih materijala slijepljenih PU ljepilima. Na osnovi iskustva iz navedenih radova postavljen je i proveden pokus u ovom radu.

POKUS

Experiment

Ljepila

Hotmelts

U pokusu su primjenjena EVA, PA, PU i PO ljepila tvrtke "Klebschmelze".

Izrada uzoraka i metode ispitivanja

Samples and methods

Osim navedene metode s T uzorcima u istraživanjima i ispitivanjima ljepila primjenjuju se i druge metode.

- Uzorak se ispije iz ploče na koju je strojem nalijepljen rubni materijal te se stavi u sušionik, u kojemu se svaki sat temperatura povisuje za 10°C. Temperatura pri kojoj se rubni materijal počne odslojavati maksimalna je za kombinaciju ploča - ljepilo - rubni materijal. Metoda je jednostavna, a uvjeti ispitivanja slični su onima u uporabi. Međutim, ocjena rezultata je dosta subjektivna jer su promjene kvalitativne a ne kvantitativne.

- Metodom po Hessenu, detaljnije u literaturi (2) odljepljuje se i namata rubni materijal na kolut i mjeri sila "ljuštenja".

- Modificiranom Martesovom metodom po Ljuljki (2) uzorci su izrađeni iz masivnog drva, tako da se naprežu na savijanje viljuškom uz naprezanje 10-50 daN/cm² na temperaturi od 50°C. Spuštanje kraja viljuške za 10 mm (ili lom) označuje početak razdvajanja.

Navedene su metode ili složene ili se njima ne ispituju modeli koji predočuju pogonske uvjete, pa su stoga u ovim istraživanjima svi uzorci izrađeni na slijedeći način:

Ljepilo Adhesive	Stroj Machine	Temperatura Temperature	Pomak Line speed
PU	Holzher	150 °C	15 m/min
PA		190 °C	
EVA		220 °C	
PO		220 °C	

Zbog nanošenja sapnicama na stroju Holzher bilo je potrebno preraditi PA, EVA i PO ljepila iz granulata u patrone.

Rubovi ploča iverica debljine 18 mm, uz primjenu navedenih ljepila oblagani su sljedećim materijalima:

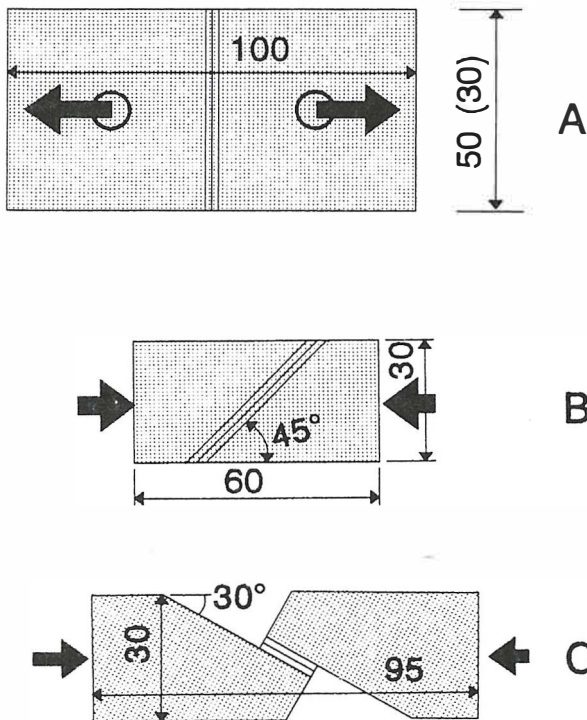
- PVC-om 3 mm
- papirom 0,6 mm
- laminatom HPL 0,9 mm
- masivnom bukovinom debljine 12 mm brušenom granulacijom (60)

PVC materijal bio je predobrađen univerzalnim primerom, a ostali materijali primijenjeni su bez predobrade. Izrada uzoraka za ispitivanje čvrstoće smicanjem iz obloženih rubova uz neposredno naprezanje rubnog materijala nije bila moguća zbog malene čvrstoće trake papira, odnosno laminata. Trebalo je napraviti uzorak kod kojeg rubni materijal dobiva pojačanje, a maksimalno je naprezanje u ravnini ljepila.

Najprije su od ploče s obloženim rubom ispiljeni elementi 500x150 mm, s tim da je rubni materijal bio na duljoj stranici. Po dva elementa slijepljena su po širini dvokomponentnim PU ljepilom (vezno ljepilo visoke čvrstoće) tako da su obloženi rubovi bili u sredini. Na taj je način dobiven spoj iverica - taljivo ljepilo - rubni materijal - vezno ljepilo - rubni materijal - taljivo ljepilo - iverica. Od tih su elemenata ispiljeni uzorci prikazani na slici 1A, koji su pri različitim temperaturama kidani na vlak.

Pri temperaturi 0 i 20°C svi su se uzorci cijepali od rupe u smjeru djelovanja sile, a pri višoj temperaturi (30 i 50 °C) ta se pojava događala na 50% uzoraka. Nakon toga širina uzoraka smanjena je na 30 mm, ali su i tada pri nižim temperaturama nastajale opisane greške.

Nakon toga izrađeni su uzorci za ispitivanje smicanjem tlakom pod kutom 45° prema smjeru sile (sl. 1.B). Uzorci su naprezani u stroju pri brzini 10 mm/min. Ni ta metoda nije dala dobre rezultate jer se u području maksimalne čvrstoće spoja (temperatura niža od 20 °C) uzorak deformirao i pucao po iverici. Bilo je očito, da je potrebno smanjiti kut sljubnice sa 45 na 30°. Time je međutim, u uzoraka jednake širine (30 mm) povećana



Sl. 1. Oblik uzoraka
Shape of specimen

površina lijepljenja koja se napreže, što je opet moglo izazvati suviše velika naprezanja u samoj iverici i lom izvan slijepjenog spoja. Stoga je sljubnica zarezivanjem skraćena na 15 mm (sl. 1.C). Na tako izrađenim uzorcima uspješno je mjerena čvrstoća spoja tlačnim smicanjem. Naprezanje sljubnice ima dvije komponente; jedna napreže spoj na smicanje, a druga je okomita na nju. Tako dobivamo dvije paralelne ravnine proklizavanja u kojima se između četiri adherenta nalaze dva sloja adheziva napregnuta manje na tlak a više na smicanje.

Ravnina smicanja nije postavljena paralelno sa smjerom djelovanja sile (kut 0°) zbog dvaju razmaknutih slojeva ljepljiva koji bi pri različitim razmaku uzrokovano rubnim materijalima različitih debljina izazivali različite zakretne momente, pa bismo osim složenog imali i neujednačeno naprezanje za različite rubne materijale.

Detaljnija analiza uloge tlačne komponente uvodi nas u vrlo složene i teško rješive zadatke, pa su proračuni naprezanja provedeni analizom posmične komponente:

$$\text{čvrstoća} = \text{sila loma} \times \cos 30^\circ / 15 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$$

Provedba pokusa

Setup of experiment

Uzorci slijepljeni spomenutim ljepljivima i izrađeni na opisani način, klimatizirani su 7 dana (sobni uvjeti - 20 °C, 60% RH), nakon čega je po 8 uzoraka temperirano na 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 i 80 °C u trajanju jednog

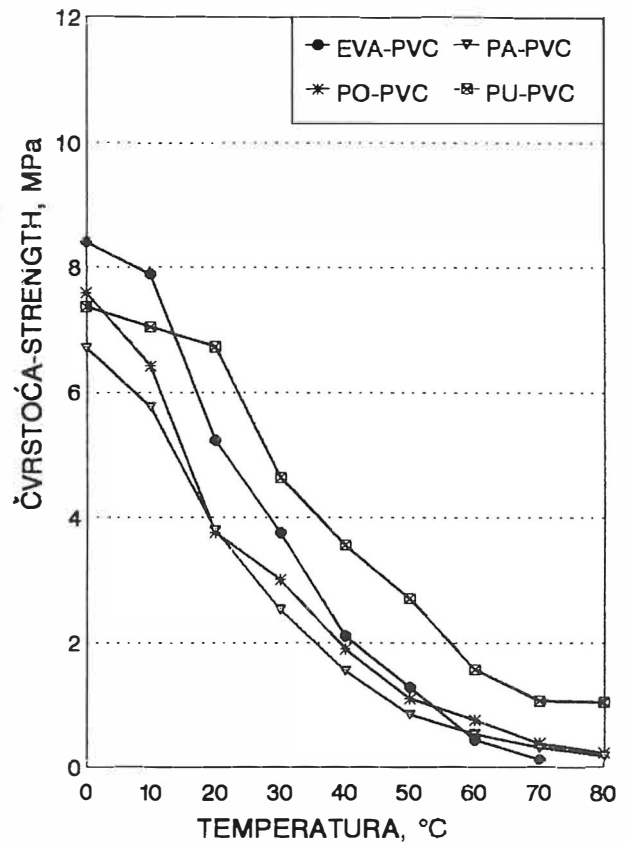
sata. Uzorci su zatim brzo ulagani u kadalicu da im se temperatura ne bi bitnije promijenila. Brzina pri kidanju bila je 10 mm/min. Za svaki je uzorak osim sile loma ustanovljena i slika loma (lom po drvu, adhezijski ili kohezijski), čime je kontrolirana i valjanost uzorka i postupka.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Results of investigations

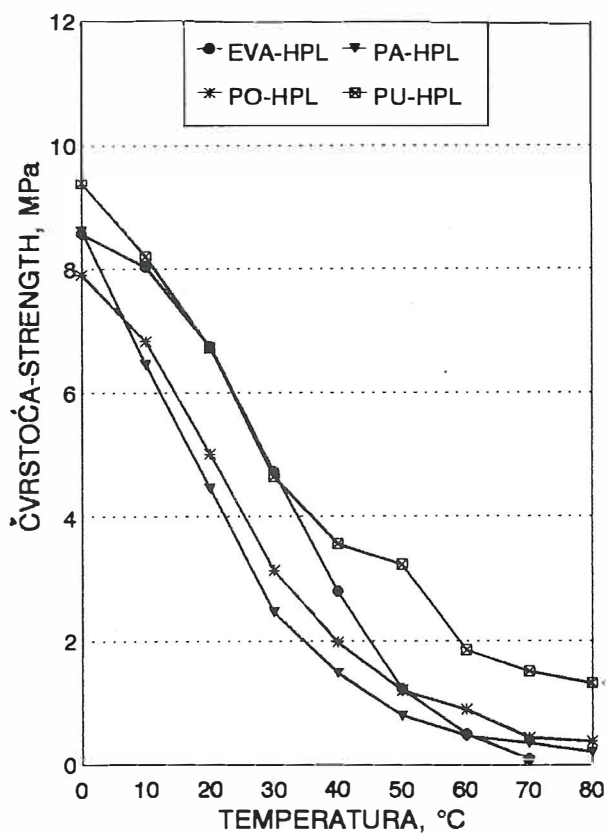
Rezultati istraživanja svih ljepljiva i podloga prikazani su na slikama 2, 3, 4, 5 i 6. Te slike omogućuju usporedbu spojeva s pojedinim ljepljivima i adherendima. Najčvršće spojeve sa svim rubnim materijalima daje PU ljepljivo. Pokušamo li analizirati ponašanje pojedinih spojeva pri niskim temperaturama (0 do 20 °C), srednjim (20 do 50 °C) i visokim (60 do 80 °C) zapaziti ćemo sljedeće: u području niskih temperatura najslabiji su spojevi s PVC rubom, srednje čvrsti oni s HPL-om, a najčvršći su spojevi s papirnim i bukovim rubnim materijalom. Pri srednjim i visokim temperaturama bitno su veće razlike među spojevima s različitim ljepljivima, nego među onima s različitim rubnim materijalima.

Pokušamo li analizirati prikladnost i postojanost ljepljiva za različite rubne materijale ustanovit ćemo da su za PVC rubne materijale (sl. 2) pri svim temperaturama najpovoljnija PU ljepljiva, pri niskim i srednjim tempera-



Sl. 2. Čvrstoća spoja s PVC rubnim materijalom
Strength of joint with PVC strip

turama dobra su EVA ljepljiva, no njihova je postojanost pri visokim temperaturama najslabija. PA i PO ljepljiva tvore slabije spojeve pri niskim i srednjim temperaturama, ali su kod visokih temperatura bolja od EVA ljepljiva. PO ljepljivo malo je bolje od PA ljepljiva. Za lijepljenje laminata HPL (sl. 3) s obzirom na čvrstoću najbolja su PU ljepljiva. U području od 10 do 40 °C gotovo su im ravna EVA ljepljiva, no njihova se čvrstoća pri visokim temperaturama znatno smanjuje. PO ljepljiva treća su po redoslijedu čvrstoće, a najslabija su PA ljepljiva. Obje se ove vrste pri 50 °C po čvrstoći izjednačuju s EVA ljepljivom a pri višim su temperaturama bolja od njega.

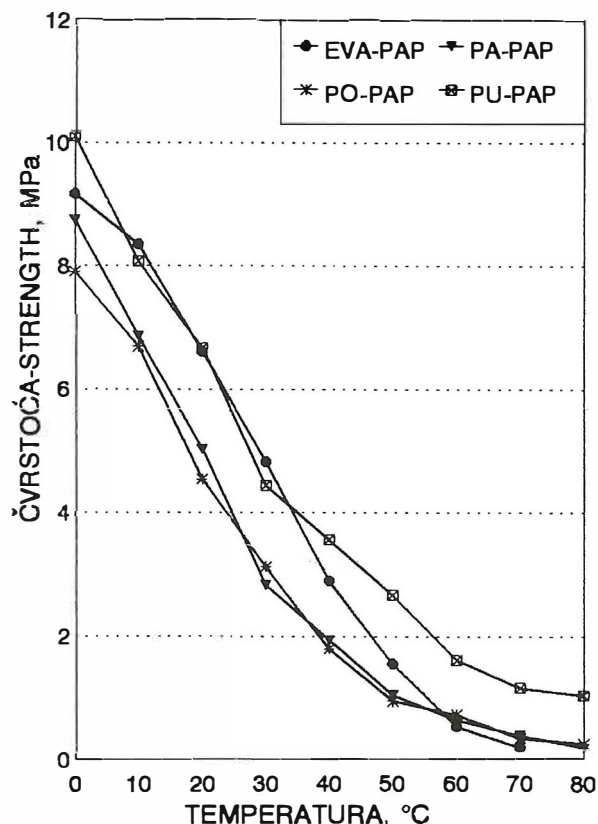


Sl. 3. Čvrstoća spoja s HPL rubnim materijalom
Strength of joint with HPL

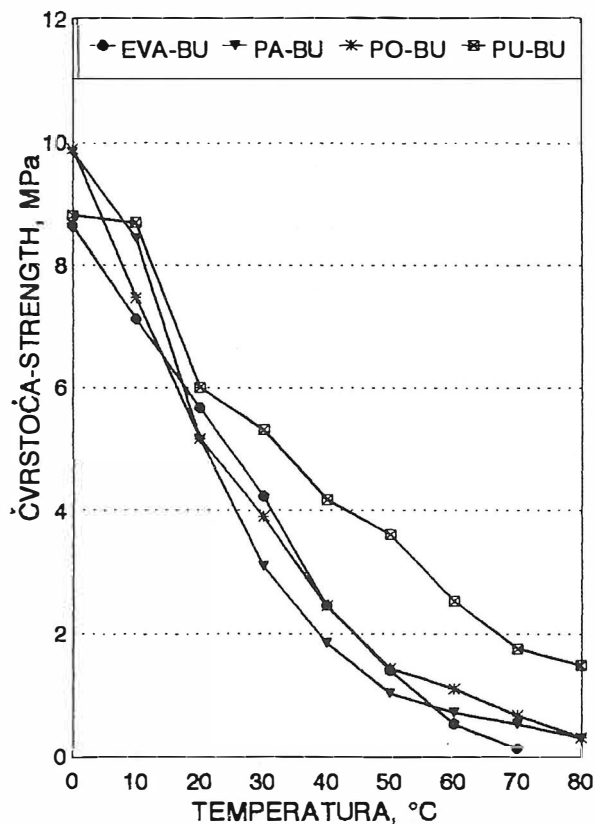
Za lijepljenje papira (PAP) (sl. 4) odnos postignute čvrstoće spojeva napravljenih različitim ljepljivima kod različitih temperatura sličan je onom kao kod HPL materijala s tim da je čvrstoća spojeva s PA i PO ljepljivom podjednaka.

Pri lijepljenju bukova rubnog materijala (sl. 5) na temperaturi od 0 °C PA-ljepljiva i PO-ljepljiva daju najčvršće spojeve, no već od 10 pa do 80 °C PU ljepljivo daje najčvršće spojeve. Preostala tri ljepljiva daju podjednako čvrste spojeve sve do 60 °C, a kod viših temperatura najčvršći su među njima spojevi s PU ljepljivom, a najslabiji s EVA ljepljivom.

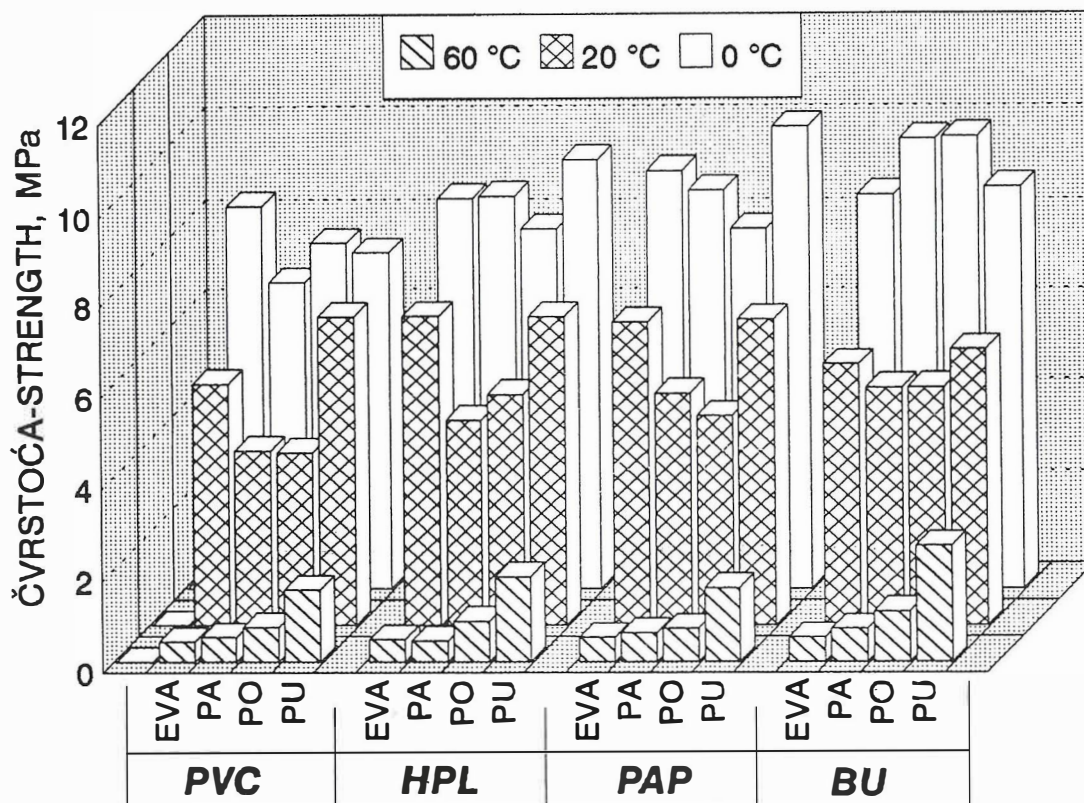
Zanimljiva je pojava manje čvrstoće spojeva s EVA i PU ljepljivima kod 0 °C. Za objašnjenje usporedili smo vrstu loma za sva četiri ljepljiva na uzorcima s bukovinom:



Sl. 4. Čvrstoća spoja s papirnim rubnim materijalom
Strength of joint with paper foil



Sl. 5. Čvrstoća spoja s bukovim rubnim materijalom
Strength of joint with beech strip



Sl. 6. Čvrstoća spojeva pri 0, 20 i 60 °C
Strength of joint at 0, 20 and 60 °C

LD-lom po drvu; KL-kohezijski lom; AL-adhezijski lom
- wood failure; -cohesive failure; - adhesive failure
pri 0 °C- at 0 °C

EVA (LD = 70%; KL = 20%; AL = 10%)
PU (LD = 90%; KL = 0%; AL = 10%)
PA (LD = 50%; KL = 0%; AL = 50%)
PO (LD = 30%; KL = 10%; AL = 60%)

Vidimo da je u spojeva s EVA i PU ljepila pretežno nastao lom po drvu, koje je u tom slučaju najslabija karika lanca, što je uzrok manje čvrstoće spojeva tim ljepilima kod 0 °C.

Radi boljeg pregleda utjecaja temperatura i vrsta ljepila na čvrstoću spoja s različitim rubnim materijalima izrađena je slika 6 na kojoj je predložen presjek pri 0, 20 i 60 °C.

ZAKLJUČAK Conclusion

Najčvršće spojeve za sve materijale daje PU ljepilo. Pri analizi spojeva s različitim rubnim materijalima u području niskih temperatura najslabiji su oni s PVC rubnim materijalom, srednje čvrsti s HPL materijalom a najčvršći s papirom i bukvinom. Pri srednjim i visokim temperaturama na čvrstoću spoja znatnije utječe ljepilo nego rubni materijal.

Opisani i dijagramima prikazani rezultati jasno ukazuju na odnose čvrstoće spoja, vrste ljepila, vrste rubnog materijala i temperature.

Potpunije procjene svojstava istraženih ovim radom postići će se:

- analizom promjena zbog starenja spoja i izvanjskih utjecaja, iako su značajan prilog tome istraživanja (6)
- ispitivanjem uzoraka uz naprezanja bliže onima u uporabi namještaja, jer je činjenica da su naprezanja na granici rubni materijal - ploča složena, dugotrajna i djelomice ciklična.

LITERATURA

- [1] Ljuljka, B. i Šonje, Ž., Čvrstoća lijepljenja laminata na pločastim elementima namještaja, Drvna ind. 29, 1-2, 1978, str. 31-32.
- [2] Ljuljka, B., Lijepljenje u tehnologiji finalnih proizvoda (udžbenik), Zagreb, 1978.
- [3] Ljuljka, B. i Šonje, Ž., Istraživanje tehnoloških i mehaničkih svojstava reaktivnih poliuretanskih taljivih ljepila, Drvna ind. 41, 9-10, 1990, str. 163-169.
- [4] Pizzi, A., Wood adhesives, Vol 2, New York-Basel, 1989.
- [5] Šonje, Ž., Untersuchungen über die Festigkeiten von Verklebungen mit reaktiven PUR-Schmelzklebstoffen, Holz als Roh u. Werkstoff, 50, 1992, str. 401-406.
- [6] Šonje, Ž. i Ljuljka, B., Otpornost na promjenu temperature i trajnost taljivih ljepila, Drvna ind. 45, 1. 1994, str. 11-15.