

Ivica Grbac, Stjepan Tkalec, Želimir Ivelić

Ispitivanje čvrstoće ugaonih veza na bukovini (*Fagus sylvatica* L.) i borovini (*Pinus sylvestris* L.)

Testing the strength of beech (*Fagus sylvatica* L.) and pine corner joints (*Pinus sylvestris* L.)

Izvorni nanstveni rad - Original scientific paper

Prispjelo - Received: 12. 01. 1998. • Prihvaćeno - accepted: 27. 01. 1998.

*UDK 630*824*

SAŽETAK • Rad je obuhvatio ispitivanja čvrstoće ugaonih L-veza na okvirnicama od bukovine i borovine, s ciljem uspoređivanja rezultata iz prethodnih radova na sličnim vezama i spojevima u svrhu praktične primjene novih elemenata za povezivanje. Zadatak ispitivanja bio je utvrditi fizičko-mehanička obilježja o kojima ovisi čvrstoća L-veza u konstrukcijama namještaja od cjelovita drva. Za pokus su uporabljene dvije skupine uzoraka: s vezama pomoću Minifix harpun svornjaka u plastičnom ulošku učvršćenim zakretnim klinom, te oni izvedeni Minifix svornjakom s navojem u metalnom ulošku učvršćenim zakretnim klinom. Veze su ispitivane na uređaju za statička opterećenja do loma. Dobiveni rezultati pokazuju da veze ostvarene Minifix harpun okovima i Minifix okovima zaostaju za čvrstoćom lijepljenih spojeva sličnih dimenzija i oblika sastavljanja. Od ispitivanih fizičko-mehaničkih svojstava na čvrstoću veza utječu: točnost dimenzija otvora i uložaka te veličina kuta zakretanja klina. U zaključku se ističe da je okov primjenljiv u konstrukcijama namještaja na mjestima gdje se ne pojavljuju znatnija dinamična i statička opterećenja kao što su korpusi namještaja za odlaganje, dok za namještaj kao što su stolice i stolovi bolje odgovaraju prikladni lijepljeni spojevi ili okovi posebne namjene.

Ključne riječi: veze drva okovima, čvrstoća na statička opterećenja, namještaj od bukovine i borovine.

Autori su redom: izvanredni profesor, redovni profesor, asistent na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu
Authors are an associate professor, a professor and an assistant respectively, at the Faculty of Forestry of the University of Zagreb

SUMMARY • The work encompassed the strength testing of corner L-joints on chair frames made of beech and pine. The aim was to compare the results from previous work on similar joints with modern joint elements in order to assess their practical applicability. The task was to evaluate the physical and mechanical characteristics that determine the strength of L-joints in construction of the solid wood furniture. The experiment was performed on two groups of specimens. One of them consisted of Minifix harpoon bolts in plastic dowel, which are fixed by cylindrical wedge. The other type was a joint with Minifix threaded bolts in metal socket which are fixed with cylindrical wedge. The joints have been tested to the point of breakage in a static loading-testing machine. The results show that the joints with Minifix harpoon and Minifix fastenings exhibit smaller strength in comparison with the glued wood joints of the same shape and dimensions. The physical and mechanical parameters that were shown to influence the strength properties of joints were the exactness of dimensions of joining parts and the rotation angle of the wedge. In conclusion it can be stated that the tested fittings can be used in furniture constructions for joints which do not undergo significant dynamic or static loads in use such as shells of cupboards. The joints for chairs and tables, for example, should be better joined with glued joints or with special joining fittings.

Key words: joint fittings, static load strength, beech and pine furniture.

1. UVOD

1. Introduction

Veze drva obuhvaćaju skupinu rastavljivih konstrukcijskih oblika sastavljenih vijcima, okovima i drugim veznim elementima bez primjene ljepila ili drugih sredstava za spajanje drva. U novije vrijeme u porastu je proizvodnja tzv. samoposlužnog namještaja koji se isporučuje u dijelovima i sklopovima, a sastavlja se na mjestu uporabe priručnim alatom bez posebnih uređaja za pritezanje, kakvi su inače potrebni u sastavljaonicama proizvodnih pogona.

Za utvrđivanje čvrstoće L-veza masivnog drva u konstrukcijama namještaja u ovom radu su primijenjena dva načina sastavljanja. Prvi način je bio L-veza Minifix harpun svornjakom u plastičnom rebrastom ulošku učvršćenom zakretnim klinastim vilicama između dva moždanika za pozicioniranje (sl. 1). Drugi način bio je L-veza ostvarena Minifix svornjakom u metalnom navojnom ulošku učvršćen zakretnim klinastim vilicama između dva moždanika za pozicioniranje (sl. 2). Budući da na pravilan izbor najčvršćeg konstrukcijskog spoja utječu i svojstva materijala od kojeg se izrađuje namještaj, za ovo su ispitivanje izrađeni istovrsni spojevi od bukovine i borovine. Primijenjena metoda ispitivanja simulirala je opterećenje stražnje noge stolice pri njenoj uporabi, kako bi se rezultati ispitivanja mogli usporediti s podacima sličnih ispitivanja dinamički najopterećenijih veza i spojeva na namještaju za sjedenje.

2. CILJEVI RADA

2. Aims of research

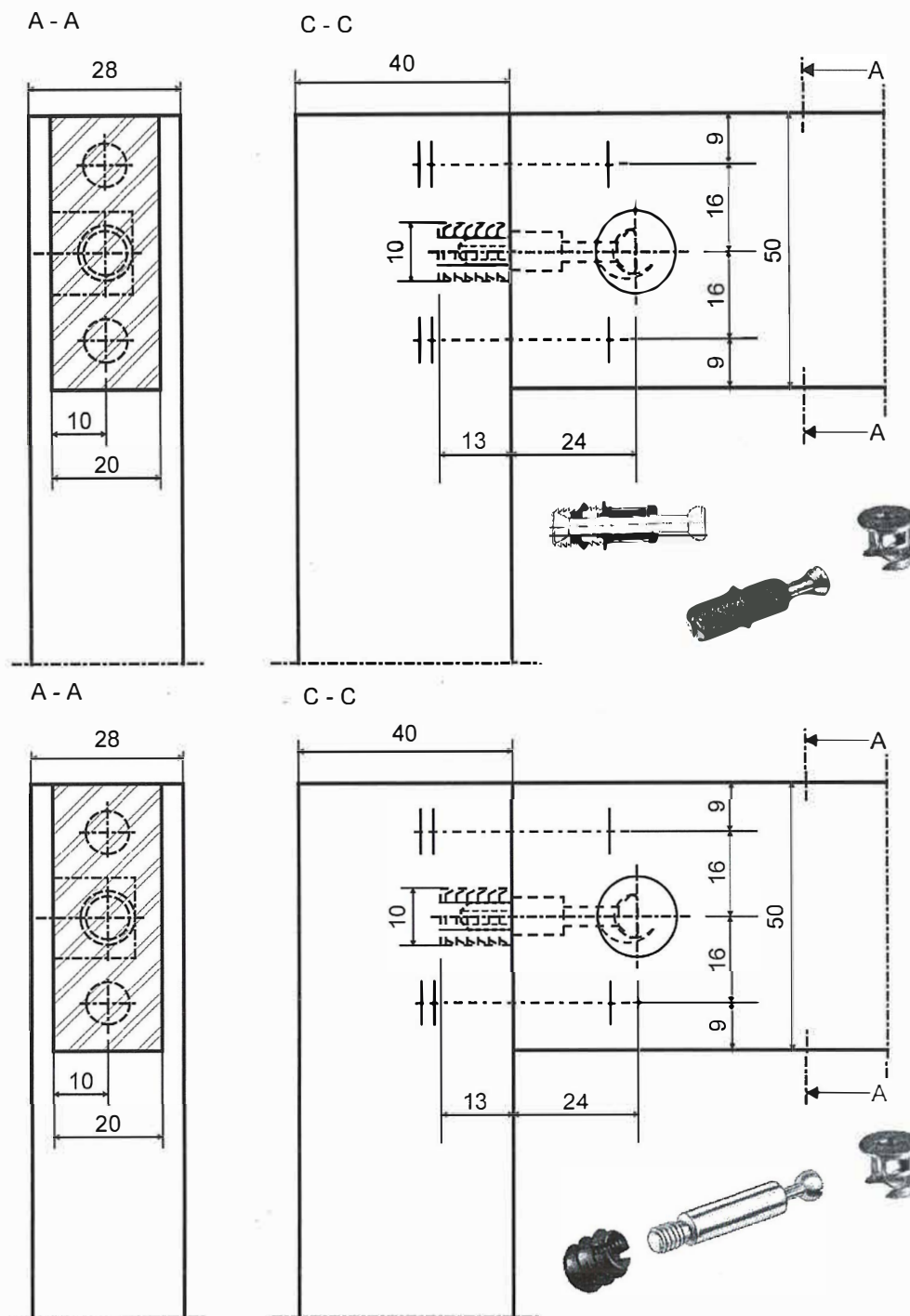
Cilj rada bio je odrediti čvrstoću L-veza na masivnom drvu i usporediti je s rezultatima prijašnjih ispitivanja čvrstoće lijepljenih spojeva, čime bi se odredilo područje njihove primjene. Drugi cilj rada bilo je utvrđivanje fizičko-mehaničkih svojstava o kojima ovisi čvrstoća veza u konstrukcijama namještaja od cjelovitog drva.

Dosadašnji radovi o ispitivanju veza izvedenih Minifix harpun svornjakom i Minifix svornjakom, kao i upute za njihovu primjenu u konstrukcijama namještaja odnose se pretežno na sastavljanje ploča iverica i vlaknatice od kojih se izrađuje namještaj za odlaganje, tzv. korpusni namještaj. Nema potvrđenih podataka o ponašanju navedenih veza pri sastavljanju okvirnih i rešetkastih konstrukcija od cjelovita drva kao što su stolice ili druge slične vrste namještaja. Jedna od zadaća ovog rada jest provjera u kojoj se mjeri mogu primijeniti L-veze u sastavljanju rešetkastih konstrukcija koje su u uporabi znatno manje opterećene.

3. METODA RADA

3. Work method

Uzorci su ispitani na statička opterećenja na hidrauličkoj kidalici tvrtke Wolpert uz djelovanje sile pri pomaku cilindra brzinom 8 mm/min prema shemi prikazanoj na slici 3. Budući da su prijašnja ispitivanja (3 i 4) lijepljenih spojeva simulirala opterećenje sklopa stražnje noge stolice,



Slika 1

Ugaono povezivanje okvirnica L-oblika Minifix harpun svornjakom u plastičnom ulošku učvršćenom zaokretnim klinastim vilicama između dvaju moždanika za pozicioniranje • Corner L-joint of chair parts by means of Minifix harpoon bolt in plastic dowel fixed with cylindrical wedging element. The bolt is positioned between two wooden dowels.

Slika 2

Ugaono povezivanje okvirnica L-oblika Minifix svornjakom s navojem u metalnom ulošku učvršćenom zaokretnim klinastim vilicama između dvaju moždanika za pozicioniranje • Corner L-joint of chair parts by means of Minifix bolt in metal threaded dowel fixed with cylindrical wedging element. The bolt is positioned between two wooden dowels.

tj. dviju okvirnica, uzorke je trebalo postaviti pod kutom koji bi odgovarao kutu u momentu ravnoteže odnosno najvećeg opterećenja pri kojem ukupno opterećenje što djeluje na stolicu preuzimaju dvije stražnje noge, dok su prednje noge podignute od podloge. U tu je svrhu uporabljena šablona kako bi uzorak imao stalni kut $\alpha = 19,68^\circ$ prema (6) pri djelovanju opterećenja u kidalici. Djelovanjem sile pojavile su se vidljive deformacije u obliku otklona (O) između horizontalne i vertikalne okvirnice. Strelice na slici 5. pokazuju otklon zbog opterećenja okvirnica. Pri ispitivanju nije mjereno vrijeme do nastanka loma, već je evidentirana

sila pri kojoj su se okvirnice odvojile, tj. najveća sila loma (F_L). U tablicama su rezultati prikazani momentom sile loma prema izrazu:

$$M_L = F_L \cdot \cos \alpha \cdot l \text{ (daN/cm)}$$

gdje je F_L = sila loma (daN), $\alpha = 19,68^\circ$, l = duljina kraka 10 (cm).

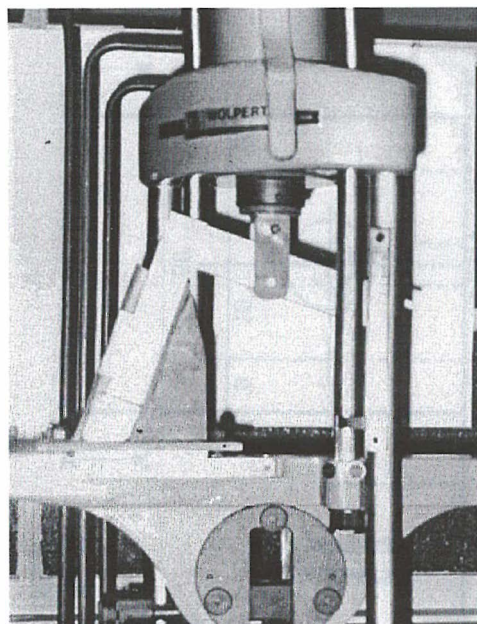
Prosječni promjer upusta i moždanika izračunan je prema izrazu:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} \text{ (mm)}$$

gdje su d_1 i d_2 unakrsne izmjere promjera upusta ili moždanika u (mm).

Slika 3

Prikaz ispitivanja čvrstoće stolice i položaj uzorka u laboratorijskoj kidalici • Testing of the chair strength and the position of the sample in the testing machine



4. OBRADA I ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA

4. Processing and analysis of the results

4.1. OBRADA PODATAKA

4.1. Processing of the results

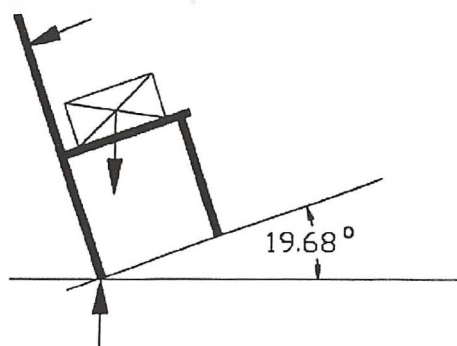
Obrada dobivenih podataka provedena je pomoću računalnog programa *Microsoft Excel for Windows 95, Verzija 7.0a*. U tablici 1. dane su prosječne vrijednosti podataka mjerenja potrebnih za kasniju obradu i analizu, a sadrže:

- srednji promjer upusta gornjeg moždanika d_{u1} , (mm),
- srednji promjer upusta donjeg moždanika d_{u2} , (mm),
- srednji promjer gornjeg moždanika d_{m1} , (mm),
- srednji promjer donjeg moždanika d_{m2} , (mm),
- zador/zazor gornji Z_1 , (mm),
- zador/zazor donji Z_2 , (mm),
- vlažnost uzorka u , (%),
- kut zakretanja klina α , ($^\circ$),
- duljina kraka djelovanja sile l , (cm),
- maksimalna sila loma F_L , (daN),
- moment sile loma M_L , (daNcm),
- otklon nakon maksimalne sile loma O , (mm),
- srednji promjer upusta za Minifix harpun svornjak d_o , (mm),
- srednji promjer upusta za Minifix svornjak d_o , (mm).

Grafikoni na slikama 5 – 8. prikazuju odnos sile loma i zadora gornjeg upusta i moždanika (Z_1), odnos sile loma i zadora donjeg upusta i moždanika (Z_2), odnos sile loma i vlažnosti uzorka, odnos sile loma i kuta zakretanja klina u odnosu prema osi svornjaka, odnos sile loma i otklona okvirmica pri maksimalnoj sili loma, odnos sile loma i srednjeg promjera upusta za Minifix harpun svornjak, odnos sile loma i srednjeg promjera upusta za Minifix svornjak, odnos veličina sila loma lijepljenih spojeva i L-veza.

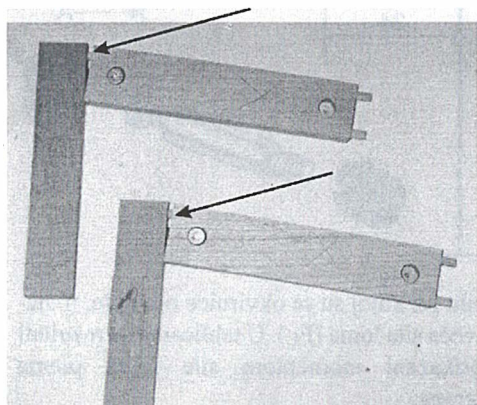
Slika 4

Opterećenje stolice pri uporabi • Loaded chair in use



Slika 5

Uzorci ispitani na statička opterećenja s naznačenim deformacijama na mjestu sastavljanja • Static load tested samples with marked deformations in the joint area



4.2. ANALIZA DOBIVENIH REZULTATA

4.2. Analysis of the results

U tablici 1. prikazani su rezultati ispitivanja L-veza na bukovini i borovini. Na slikama od 5. do 8. su grafikoni koji prikazuju odnos sile loma prema svojstvima koja utječu na čvrstoću spoja. Svaki grafikon prikazuje pravac linearne regresije.

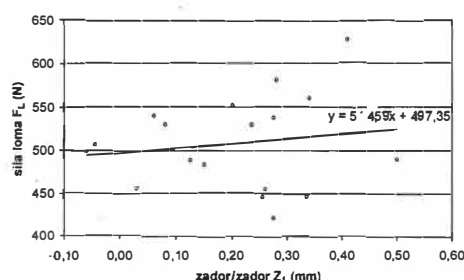
U tablici 2. prikazane su prosječne sile loma i momenti sile loma za lijepljene spojeve i L-veze. Iz tabličnih podataka se vidi da su lijepljeni L-spojevi veće čvrstoće od L-veza, te da su konstrukcije od bukovine, bez obzira na vrstu konstrukcije, čvršće od istovrsnih konstrukcija izrađenih od borovine. Najslabija L-veza ima 4,12 puta manju čvrstoću od najčvršćeg lijepljenog spoja.

Za sve četiri skupine uzoraka mjereni su podaci za koje se smatralo da bi mogli utjecati na čvrstoću L-veza. Mjereni su:

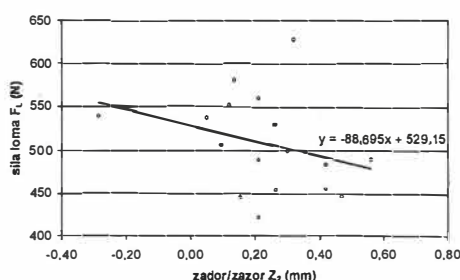
zador/zazor gornjeg i donjeg moždanika i upusta, vlažnost uzorka, kut zakretanja klina, odklon nakon najveće sile loma, srednji promjer upusta za Minifix harpun svornjak u plastičnom ulošku i Minifix svornjak u metalnom ulošku.

Iz grafova na slikama 5. do 8. može se zaključiti sljedeće. Upušteni moždanici od bukovine nisu bili slijepljeni te je čvrstoća na izvlačenje gornjeg moždanika ovisila samo o obliku dosjeda, tj. o veličini zadora, i nije znatnije utjecala na rezultat. Pravac regresije odnosa sile loma i zadora Z_2 uvijek pokazuje dovoljan nagib da se može zaključiti kako će čvrstoća L-veza povećati ako se zador povećava, tj. povećanjem zadora povećat će se čvrstoća L-veza.

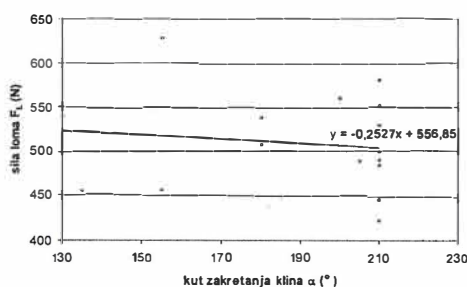
Odnos sile loma i kuta zakretanja klina s vilicama pokazuje tendenciju rasta, osim kod uzorka U_1 pa se može zaključiti da će čvrstoća L-veza i njegova krutost biti veća što je veći kut zakretanja klina. Kut zakre-



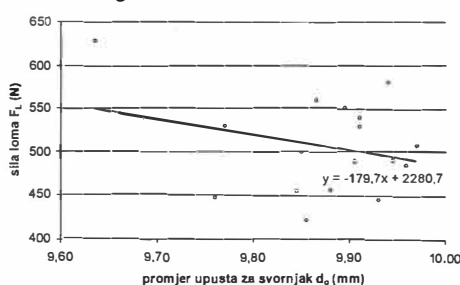
6.1. Odnos sile loma i zadora/zazora Z_1
Interdependence of the breaking force F_L
and tightness Z_1 of the upper dowel



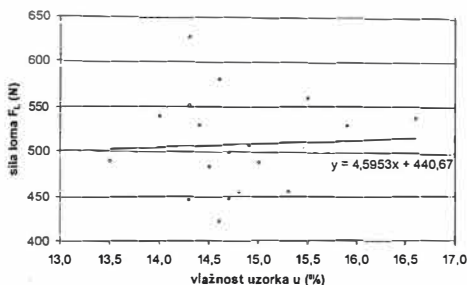
6.2. Odnos sile loma i zadora/zazora Z_2
Interdependence of the breaking force F_L
and tightness Z_2 of the lower dowel



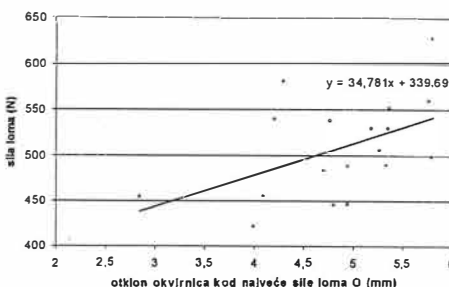
6.3. Odnos sile loma i kuta zakretanja
Interdependence of the breaking force F_L
on the angle α of rotation of the wedge



6.4. Odnos sile loma i upusta za svornjak
Interdependence of the breaking force F_L
on the tolerance of the bolt hole d_0



6.5. Odnos sile loma i vlažnosti uzorka
Interdependence of the breaking force F_L
on the moisture content of the sample u



6.6. Odnos sile loma i otklona okvirnica
Interdependence of the breaking force F_L
on the ultimate displacement of the frame parts O

Slika 6

Rezultati ispitivanja
L-veza izvedenih Minifix
harpun svornjakom na
bukovini • Test results
for the Minifix harpoon
bolt on beech

Uzorak Sample	Broj uzoraka Number of samples	n	Srednji promjer upusta gornjeg moždanika Mean diameter of the hole for upper dowel	d _{u1} (mm)	Srednji promjer upusta donjeg moždanika Mean diameter of the hole for lower dowel	d _{u2} (mm)	Srednji promjer gornjeg moždanika Mean diameter of the upper dowel	d _{m1} (mm)	Srednji promjer donjeg moždanika Mean diameter of the lower dowel	d _{m2} (mm)	Gornji zazor/zador Tightness for upper dowel	Z ₁ (mm)	Donji zazor/zador Tightness for lower dowel	Z ₂ (mm)	Vlažnost uzorka Sample moisture content	u (%)	Kut zakretanja klina Angle of the wedge rotation	α (°)	Duljina kraka Length of line of force action	l (mm)	Sila loma Breaking force	F _L (daN)	Moment sile loma Moment of the breaking force	M _L (daNcm)	Otklon okvornice Inclination after failure	O (mm)	Promjer otvora za svornjak Mean diameter of the bolt hole	d _o (mm)
U-1	18	x	7,85	7,89	7,64	7,66	0,21	0,20	14,8	191	10	50,856	478,81	4,85	9,86													
		σ	0,142	0,103	0,109	0,129	0,153	0,188	0,714	28,261		5,373	50,585	0,758	0,094													
		min.	7,48	7,63	7,44	7,43	-0,06	-0,30	13,5	130		42,2	397,32	2,84	9,64													
		maks.	8,00	8,07	7,84	7,92	0,50	0,60	16,6	210		62,8	591,27	5,8	9,97													
U-2	17	x	7,93	7,96	7,70	7,72	0,23	0,24	14,8	196,7	10	35,889	337,89	4,78														
		σ	0,14	0,17	0,13	0,11	0,15	0,217	0,56	26,28		8,787	82,73	0,714														
		min.	7,67	7,66	7,44	7,48	-0,09	-0,15	13,1	130		7,4	69,67	3,42														
		maks.	8,13	8,16	7,91	7,85	0,53	0,61	15,7	210		46,8	440,63	6,30														
U-3	18	x	7,96	7,85	7,74	7,72	0,22	0,13	15,5	192	10	44,189	416,06	8,189	9,91													
		σ	0,08	0,16	0,13	0,08	0,18	0,17	0,509	29,62		5,278	49,69	1,345	0,07													
		min.	7,79	7,47	7,49	7,51	-0,05	-0,22	14,7	110		34,4	323,89	5,29	9,76													
		maks.	8,10	8,03	8,00	7,86	0,57	0,44	16,6	210		54,4	512,20	9,79	10,00													
U-4	17	x	8,04	8,06	7,79	7,81	0,24	0,2	14,58	204	10	25,741	242,36	7,96	10,01													
		σ	0,071	0,090	0,058	0,071	0,09	0,12	0,376	26,68		5,048	47,53	2,08	0,11													
		min.	7,89	7,86	7,68	7,73	0,08	0,04	13,7	100		14,5	136,52	3,90	9,69													
		maks.	8,17	8,21	7,93	7,95	0,39	0,40	15,2	210		34,9	328,59	11,88	10,23													

Tablica 1

Prosječne vrijednosti izmjera i podataka ispitivanja L-veza izvedenih Minifix svornjakom i Minifix svornjakom na bukovini i borovini • Test results of the L-joints using Minifix harpoon and Minifix bolts in beech and pine chair frame parts.

*U1 - L-vez Minifix harpun svornjakom - bukovina U2 - L-vez Minifix harpun svornjakom - borovina U3 - L-vez Minifix harpun svornjakom - bukovina U4 - L-vez Minifix svornjakom - borovina

Naziv konstrukcije	L vez Minifix svornjakom L-joint with Minifix harpoon bolt				L vez Minifix svornjakom L-joint with Minifix bolt				Ugaoni spoj izveden okomitim nosačem i dvjema bočnim okvircima učepljenim zaobljenim čepovima Corner joint with vertical element and two side horizontal frame-parts with glued rounded mortise			
Vrsta drva	bukovina U ₁		borovina U ₂		bukovina U ₃		borovina U ₄		bukovina U ₅		borovina U ₆	
	F _L (daN)	M _L (daNcm)	F _L (daN)	M _L (daNcm)	F _L (daN)	M _L (daNcm)	F _L (daN)	M _L (daNcm)	F _L (daN)	M _L (daNcm)	F _L (daN)	M _L (daNcm)
$\bar{x}$	50,856	478,81	35,889	337,89	44,189	416,06	25,741	242,36	106,06	998,53	91,72	974,12
Maks.	62,8	591,27	46,8	440,63	54,4	512,20	34,9	328,59	138,1	1300,0	119,6	1270,0
Min	42,2	397,32	7,4	69,67	34,4	323,89	14,5	136,52	81,8	770,0	66,8	710,0
σ	5,373	50,585	8,787	82,73	5,278	49,69	5,048	47,53	17,20	161,794	11,757	124,753

Tablica 2

Usporedni rezultati ispitivanja čvrstoće lijepljenih spojeva sa zaobljenim čepom te veza izvedenih Minifix harpun svornjakom i Minifix svornjakom na bukovini i borovini •
Comparison of the test result of rounded mortise and tenon joint and L-joints using Minifix harpoon and Minifix bolts.

	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆
U ₁		1,417	1,151	1,976	0,480	0,554
U ₂	0,706		0,812	1,394	0,338	0,391
U ₃	0,869	1,231		1,717	0,417	0,482
U ₄	0,506	0,717	0,583		0,243	0,281
U ₅	2,085	2,955	2,400	4,120		1,156
U ₆	1,804	2,556	2,076	3,563	0,865	

Tablica 3

Usporedba čvrstoće spojeva i veza svih uzoraka • Analysis of strength of glued joint and dismantled L-joints of all samples

tanja klina ovisit će o udaljenosti središta uložka s klinom od sljuba s vertikalnom okvircicom. Očito je da je udaljenost u tom slučaju bila premalena jer gotovo svi klinovi imaju maksimalan kut zakretanja od 210° . Možemo reći da kut zakretanja klina s viličama utječe na čvrstoću L-veza.

Odnos sile loma i promjera upusta za Minifix harpun svornjak ili Minifix svornjak u dvonavojnoj uložnoj matici prikazuju da će čvrstoća L-veza biti veća što je promjer upusta za Minifix harpun svornjak ili uložnu maticu manji. Pretpostavlja se da bi čvrstoća

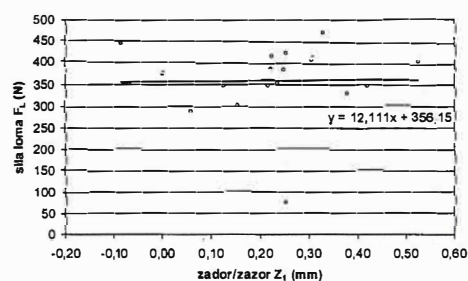
L-veza s uložnom maticom bila veća da je promjer upusta bio manji. Upust je bio promjera 10 mm, a očito je da bi trebao biti malo manji.

Odnos sile loma i vlage uzorka pokazuje da vlaga uzorka ne utječe na čvrstoću L-veza.

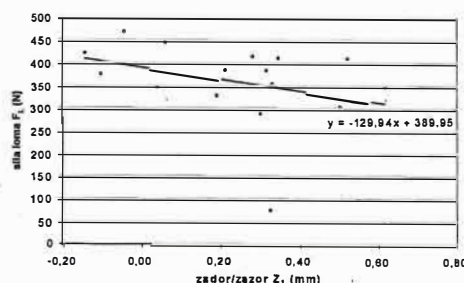
Odnos sile loma i otklona okvircica pokazuje da se s povećanjem opterećenja proporcionalno povećava otklon, čime je konstrukcija geometrijski narušena, te je umanjena njezina krutost.

Slika 7

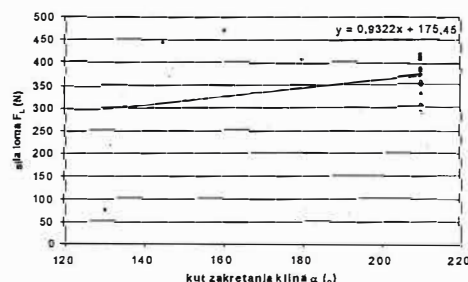
Rezultati ispitivanja
L-veza izvedenih
Minifix harpun
svornjakom na borovini
• Test results for the
Minifix harpoon bolt on
pine



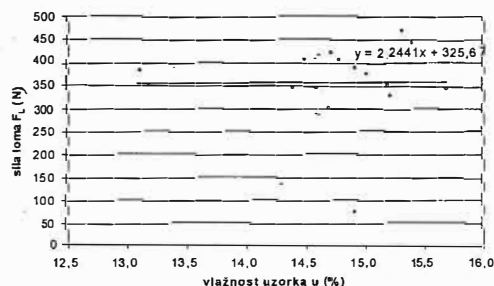
7.1. Odnos sile loma i zadora/zazora Z_1
Interdependence of the breaking force F_L
and tightness Z_1 of the upper dowel



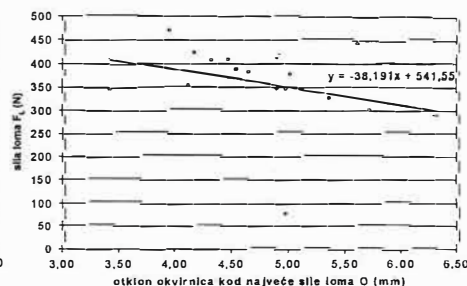
7.2. Odnos sile loma i zadora/zazora Z_2
Interdependence of the breaking force F_L
and tightness Z_2 of the lower dowel



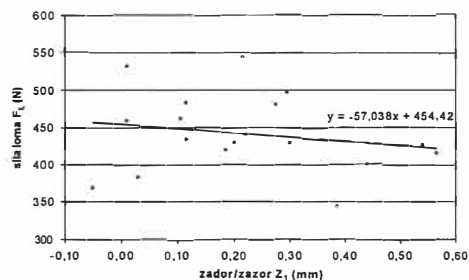
7.3. Odnos sile loma i kuta zakretanja klina
Interdependence of the breaking force F_L
on the angle α of rotation of the wedge



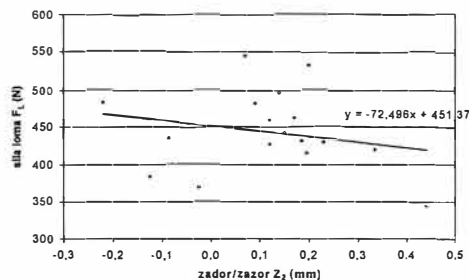
7.4. Odnos sile loma i vlažnosti uzorka
Interdependence of the breaking force F_L
on the moisture content of the sample u



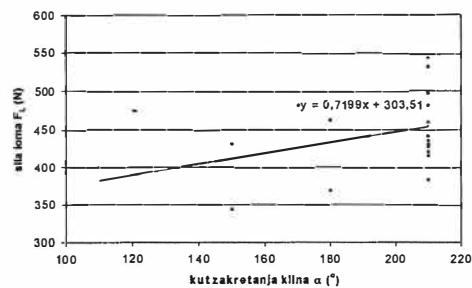
7.5. Odnos sile loma i otklona okvircica
Interdependence of the breaking force F_L
on the ultimate displacement of the frame parts O



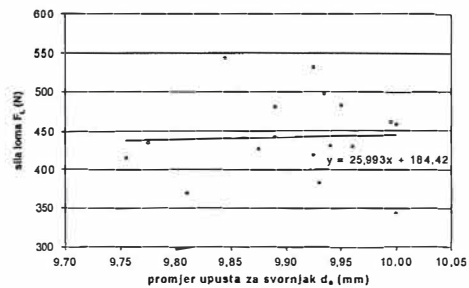
8.1. Odnos sile loma i zadora/zazora Z_1
Interdependence of the breaking force F_L
and tightness Z_1 of the upper dowel



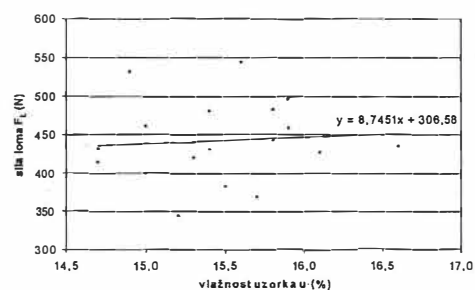
8.2. Odnos sile loma i zadora/zazora Z_2
Interdependence of the breaking force F_L
and tightness Z_2 of the lower dowel



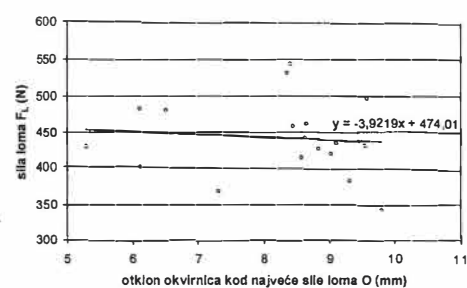
8.3. Odnos sile loma i kuta zakretanja klina
Interdependence of the breaking force F_L
on the angle α of rotation of the wedge



8.4. Odnos sile loma i upusta za svornjak
Interdependence of the breaking force F_L
on the tolerance of the bolt hole d_0



8.5. Odnos sile loma i vlažnosti uzorka
Interdependence of the breaking force F_L
on the moisture content of the sample u



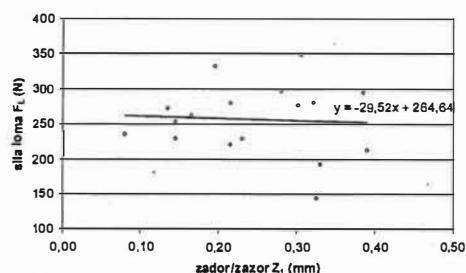
8.6. Odnos sile loma i otklona okvirnica
Interdependence of the breaking force F_L
on the ultimate displacement of the frame parts O

Slika 8

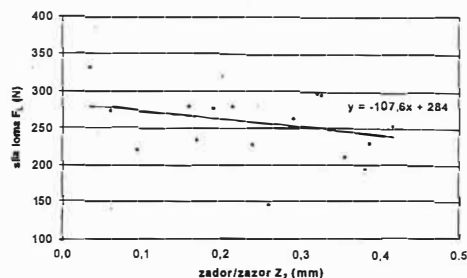
Rezultati ispitivanja
L-veza izvedenih
Minifix svornjakom na
bukovini • Test results
for the Minifix bolt on
beech

Slika 9

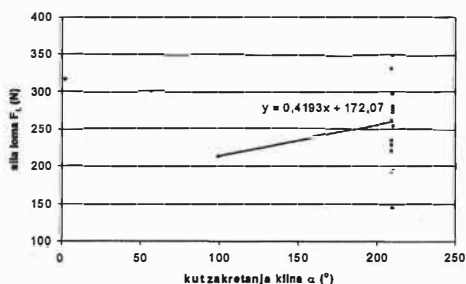
Rezultati ispitivanja
L-veza izvedenih Minifix
svornjakom na borovini
• Test results for the
Minifix bolt on pine



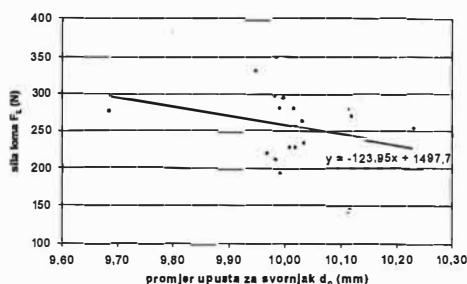
9.1. Odnos sile loma i zadora/zazora Z_1
Interdependence of the breaking force F_L
and tightness Z_1 of the upper dowel



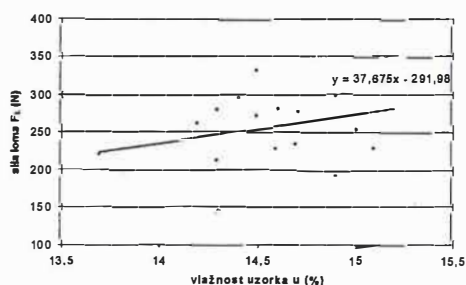
9.2. Odnos sile loma i zadora/zazora Z_2
Interdependence of the breaking force F_L
and tightness Z_2 of the lower dowel



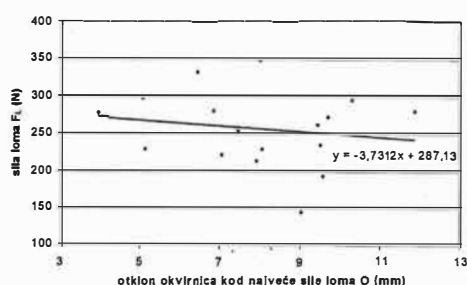
9.3. Odnos sile loma i kuta zakretanja klina
Interdependence of the breaking force F_L
on the angle α of rotation of the wedge



9.4. Odnos sile loma i upusta za svornjak
Interdependence of the breaking force F_L
on the tolerance of the bolt hole d_0



9.5. Odnos sile loma i vlažnosti uzorka
Interdependence of the breaking force F_L
on the moisture content of the sample u



9.6. Odnos sile loma i otklona okvira
Interdependence of the breaking force
on the ultimate displacement of the frame parts O

5. ZAKLJUČAK 5. Conclusion

Iz analize rezultata može se zaključiti da rezultati približno odgovaraju rezultatima ranije ispitivanih veza (3). Čvrstoća najslabijeg L-veza 4,12 puta je manja od čvrstoće najčvršćeg lijepljenog spoja istog presjeka okvira. Poboľšanjem točnosti izrade uzoraka iz ove analize mogli bi se dobiti još bolji rezultati ako se upusti izrade preciznije. Pod točnošću izrade uzoraka misli se na to da bi promjer upusta za uložnu maticu bio manji od 10 mm, odnosno da se poveća zador, te da se precizno odredi koja je optimalna udaljenost sljuba okvira do središta klina. Treba napomenuti da pri najvećoj sili loma nije nastala destrukcija okova, već je destrukcija nastala u drvu zbog opterećenja. Vezni elementi različitih namjena nalazit će sve veću primjenu u proizvodnji namještaja, ali je njihovu podobnost potrebno ispitati u skladu s kvalitativnim zahtjevima koje mora imati gotovi proizvod.

6. LITERATURA 6. References

1. Dziegielewski, S., Gienza, I. i Grbac, I. 1983: Istraživanje statičke i dinamičke čvrstoće stolica kao parametra njihove kvalitete. Drvna ind., 34, 1-2, 5-9.
2. Ivelić, Ž. 1997: Namještaj za odlaganje i pohranu. Diplomski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
3. Radmilović, D. 1989: Racionalizacija konstrukcija stolica u Ro "Šipad" Banja Luka. Diplomski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
4. Prekrat, S. 1996: Čvrstoća spojeva u konstrukcijama stolica. Magistarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
5. Tkalec, S., Prekrat, S., Grbac, I. 1994: Čvrstoća spojeva zaobljenim čepom. Zbornik radova "Uključivanje znanosti u gospodarski sustav preradbe drva u Hrvatskoj". Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 45 - 50.
6. Tkalec, S. 1985: Utjecaj konstrukcijskih spojeva na kvalitetu stolica. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
7. *** 1996: Der Grosse Häfele. Katalog. Nagold, Germany.