

UDK: 684.43+630*824.4

Оригинални научни рад

DOI: 10.2298/GSF151109001D

УТИЦАЈ РАМЕНА ЧЕПА НА ЧВРСТОЋУ СПОЈА ОВАЛНИ ЧЕП-ЖЉЕБ

др. Игор Џинчић, доцент, Универзитет у Београду-Шумарски факултет

др. Бисерка Несторовић, доцент, Универзитет у Београду-Шумарски факултет

дипл. инж. Војислав Дацић, сарадник у настави, Универзитет у Београду-Шумарски факултет

(vojislav.dacic@sfb.bg.ac.rs)

Извод: У раду су приказани резултати упоредног испитивања чврстоће спојева овални чеп-жљеб код две групе проба. Спојеви групе А, израђивани су са оба рамена чепа, док су спојеви групе Б израђивани без доњег рамена чепа. Испитивање чврстоће, спроведено је на спојевима бочног сарга и задње ноге столица. Резултати истраживања су показали да спојеви групе А имају већу просечну вредност момента савијања у односу на спојеве групе Б, али статистичком анализом није потврђена значајност разлике у чврстоћи између ове две групе спојева.

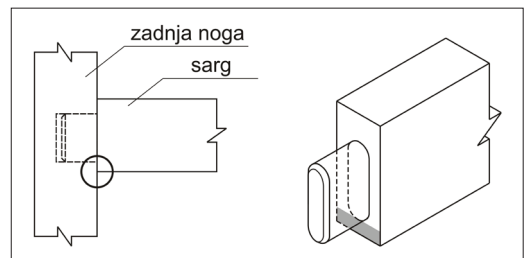
Кључне речи: чврстоћа, овални чеп-жљеб, раме чепа, бочни сарг, задња нога, столица

УВОД

На основу података из литературе, на чврстоћу лепљених спојева код столица израђених од дрвета утичу следећи фактори: врста споја, површина лепљења, тачност израде, вид налегања, врста дрвета, влажност материјала, квалитет лепка и режими лепљења (Skakić, Džinčić, 2014). Овални чеп-жљеб је једна од најчешће примењиваних врста лепљених спојева у конструкцији столица. Поред наведених фактора, код споја овални чеп-жљеб као фактор који утиче на чврстоћу споја, појављује се и доње раме чепа (Сл. 1).

Циљ овог рада је анализа утицаја доњег рамена чепа на чврстоћу споја овални чеп-жљеб. Прегледом литературе, као и радова са SCI листе који су објављени у последњих 20 година, пронађен је само један податак који се односи на утицај рамена чепа на чврстоћу споја овални чеп-жљеб. Према Hünker-у, раме чепа утиче на повећање чврстоће споја овални

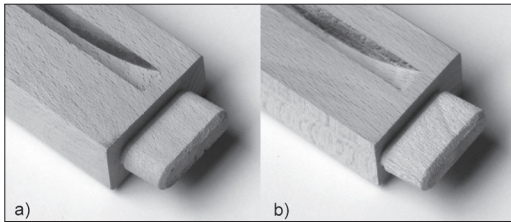
чеп-жљеб у границама 7 до 10% (Rüdiger et al., 1995). Ова тврдња се може сматрати хипотезом, јер нема података о томе на који је начин Hünker дошао до поменутих вредности. У прегледаним радовима са SCI листе аутори су се бавили осталим, раније наведеним факторима који утичу на чврстоћу лепљених спојева код столица израђених од дрвета.



Слика 1. Доње раме чепа код споја овални чеп-жљеб

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

У складу са циљем рада, изведено је упоредно испитивање чврстоће спојева овални чеп-жлеб код две групе проба. Спојеви групе А, израђени су са горњим и доњим раменом чепа (Сл. 2а), док су спојеви групе Б израђени без доњег рамена чепа (Сл. 2б). Испитивање је спроведено на спојевима бочног сарга и задње ноге столице. Пробе израђене на овај начин, оптерећиване су на савијање, на универзалној машини за кидање. Чврстоћа спојева је изражена преко вредности момента савијања M (Nm) који се израчунава као производ силе лома F (N) и крака L (m).



Слика 2. Саргови: а) сарг са чепом из групе А; б) сарг са чепом из групе Б

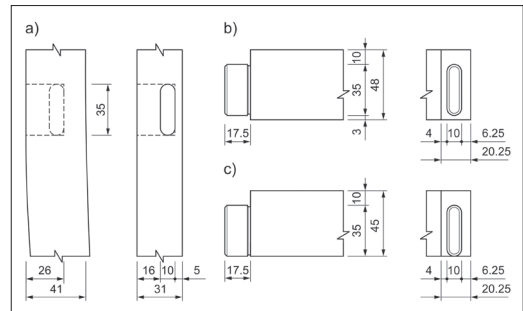
Програм истраживања је обухватао:

- Израду проба,
- Оптерећење проба и
- Статистичку обраду резултата.

У једној фабрици за израду намештаја, израђено је 30 задњих ногу и 30 бочних саргова. Ови саставни елементи, израђени су од дрвета букве као једне од најважнијих врста дрвета у индустријском смислу. За потребе истраживања у овом раду, својства дрвета од кога су елементи израђени, нису испитивана. У циљу приближавања експерименталних резултата производним условима, није вођено рачуна о положају гредица у трупцу, већ су гредице кројене по нападу.

Елементи везе су израђени уобичајеном технологијом. Овални чепови су израђени на једностраној ротационој чеп-машини и нарезани на саргове призматичног попречног пресека димензија $20 \times 48 \text{ mm}$ (Сл. 3б) и $20 \times 45 \text{ mm}$ (Сл. 3ц). Разлика у ширини саргова између спојева две групе, указује на величину доњег рамена чепа од 3 mm које је било присутно код

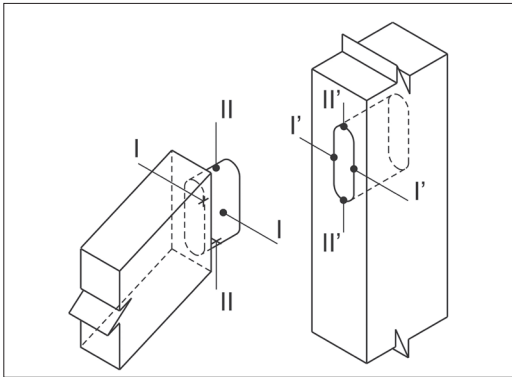
спојева групе А. Овални жљебови су бушени помоћу једновретене осцилаторне бушилице, на задњим ногама призматичног попречног пресека, који је у зони споја имао димензије $31 \times 41 \text{ mm}$ (Сл. 3а). Пре израде елемената везе, испитане су тачности рада наведених машина. Обе машине су радиле у класи тачности TD40 према стандарду DIN 68101, 2012-02. Димензије елемената везе, дате су на Слици 3.



Слика 3. Димензије спојева (мере су дате у mm): а) задња нога; б) бочни сарг групе А; ц) бочни сарг групе Б

Контролисање тачности израде елемената везе и примењеног вида налегања, извршено је кљунастим помичним мерилом дигиталног типа, са тачношћу од $0,01 \text{ mm}$. Мерна места на узорцима су приказана на Слици 4. На основу измерених димензија елемената везе, утврђен је вид налегања код спојева. По дебљини споја, остварено је налегање са преклопом K/g , док је по висини споја остварено налегање са зазором K/k . Видови налегања код спојева, утврђени су према стандарду DIN 68101, 2012-02.

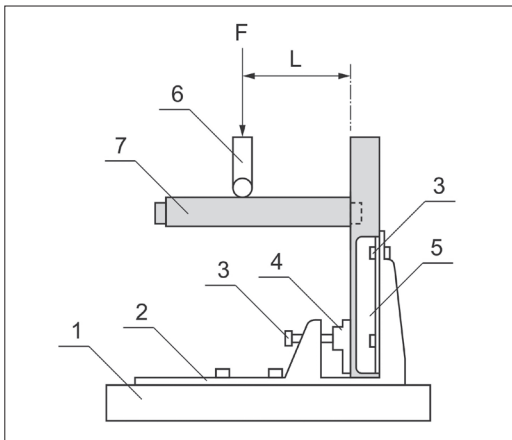
За лепљење елемената везе у оквиру овог истраживања коришћен је PVA-с лепак COLLANTI CONCORDE, тип PROTOVIL R94. Овај лепак се користи у редовној производњи фабрике у којој су пробе израђене. Лепљење спојева обављено је лепком из исте шарже. Пре лепљења, проверена је влажност саставних елемената електровлагомером, која је износила $8 \pm 2\%$. Лепак је наносен на елементе везе обострано, на чеп и у жлеб ручно и при томе је контролисана оквашеност спајајућих површина. Количина наноса лепка није контролисана. Саргови и ноге су спајани на хоризонталној рам-преси. На описан начин израђено је 15 проба по групи, односно 30 проба укупно.



Слика 4. Мерна места на елементима везе:
 I-I - дебљина чепа; II-II - ширина чепа;
 I'-I' - ширина жљеба; II'-II' - висина жљеба

Пре испитивања, спојеви су кондиционирани 30 дана на собној температури од $23 \pm 2^\circ\text{C}$ при релативној влажности ваздуха од $50 \pm 5\%$. Након кондиционирања, влажност проба је проверена електровлагомером и износила је $9 \pm 2\%$.

Пробе су оптерећиване на савијање, на универзалној машини за кидање марке SCal, тип WT5UT. Проба је постављена у стезач ус-



Слика 5. Начин оптерећења проба:
 1. Постоље машине за кидање;
 2. Постоље стезача;
 3. Вијци за стезање пробе;
 4. Плочница за стезање;
 5. Помични „L” профил за стезање;
 6. Притискивач;
 7. Проба; F-сила; L-крак.

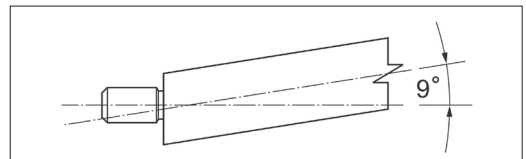
правно, тако да нема ниједан степен слободе. Стезач је причвршћен за постоље машине помоћу вијака. (Сл. 5).

Резултати добијени испитивањем проба на машини за кидање, статистички су обрађени. Статистичке величине, аритметичка средина и стандардна девијација, рачунате су по уобичајеним обрасцима.

РЕЗУЛТАТИ

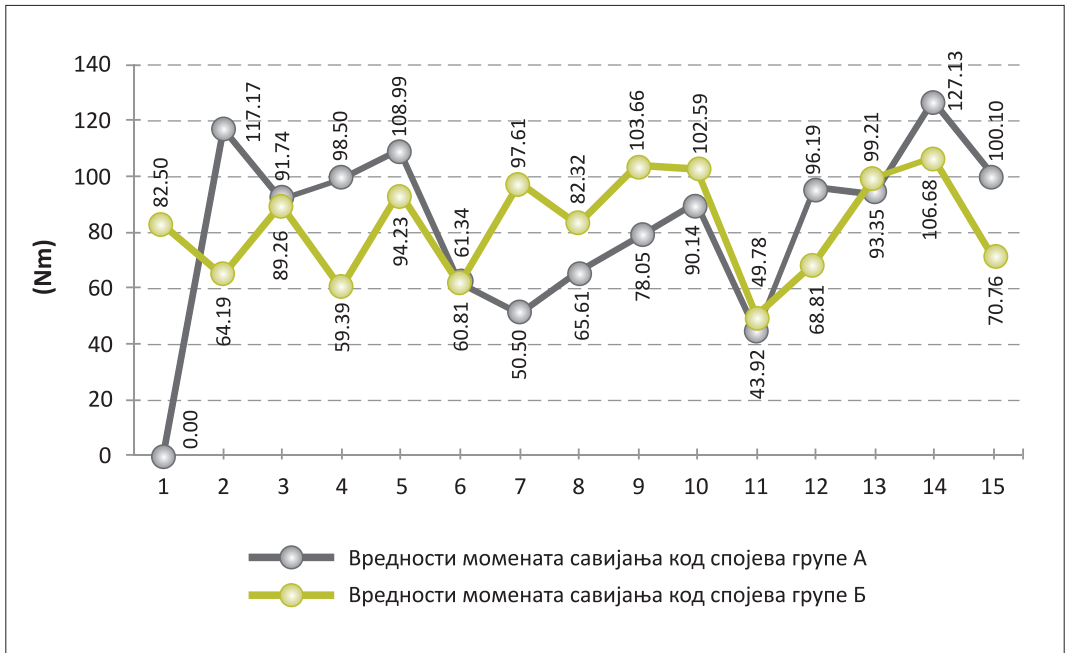
Приликом оптерећења проба, мерна ћелија клипа региструје две вредности: силу при којој попушта лепак и крајњу силу лома. Прегледом проба, утврђено је да је до попуштања спојева дошло по маси дрвета. Ова појава може се сматрати последицом добро изабраног односа видова налегања по ширини и висини споја. На основу ових чињеница, у даљем прорачуну вредности момената савијања, коришћене су вредности крајњих сила лома.

Саставни елементи одговарају моделу столице код кога саргови образују основу седишта у облику трапеза. Из технолошких разлога, овални чеп је увек нарезан управно на чело сарга, па долази до закошења чепа у односу на подужну осу сарга (Сл. 6). Дужина крака L представља растојање од задње ноге столице до симетрале притискивача (Сл. 5). На основу угла $\alpha = 9^\circ$, дужина крака је редукована са 0,18 m на 0,1778 m.



Слика 6. Угао закошења чепа у односу на подужну осу сарга

Резултати испитивања приказани су графички по групама спојева (Сл. 7). Из статистичке обраде података, изостављени су спојеви код којих није остварено одговарајуће налегање. Из групе А су, због зазора по дебљини споја, изостављене пробе под редним бројевима 3, 10, 11 и 15, док је из групе Б изостављена проба под редним бројем 16.



Слика 7. Вредности момената савијања код спојева група А и Б

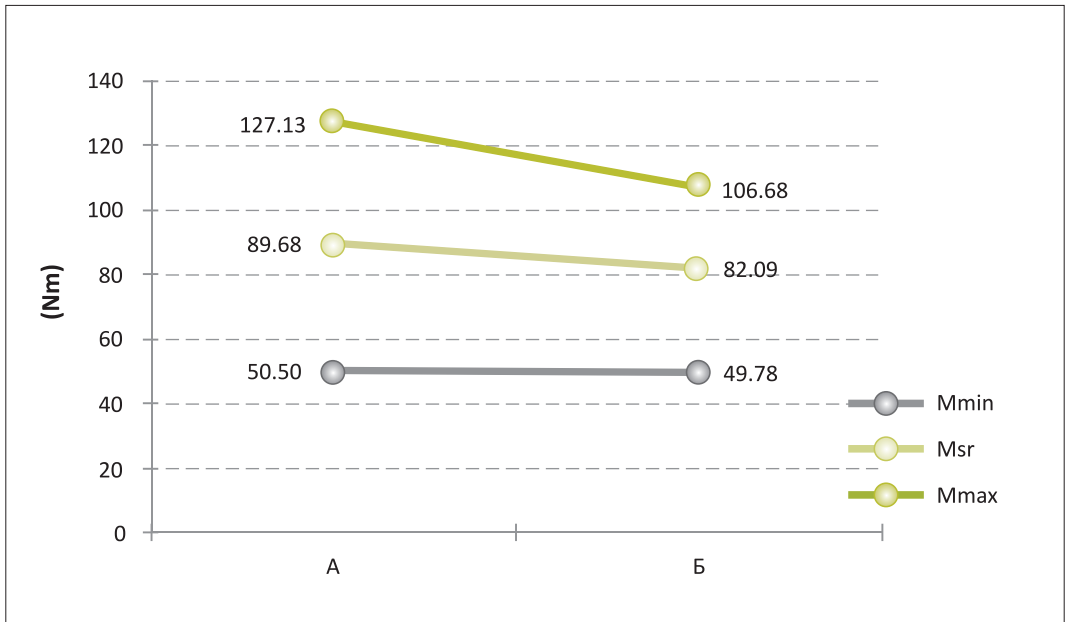
ДИСКУСИЈА

Упоредивањем добијених резултата са вредностима до којих су дошли други истраживачи (Skakić, Džinčić, 2003, 2006), закључено је да су спојеви групе А показали нижу вредност чврстоће. Разлог за нижу вредност чврстоће спојева групе А требало би, пре свега тражити у малој површини лепљења као последици релативно малих димензија елемената везе. Дужина овалног чепа од 17,5 mm, као и ширина од 35 mm, не могу дати чврстоћу споја попут чепа дужине 20 mm и ширине 50 mm. Повећањем димензија чепа, повећава се површина лепљења, а самим тим и чврстоћа споја. Поред жљеба за спој задње ноге столице са бочним саргом, израђен је и жљеб за везу ноге са задњим саргом. Жљебови се међусобно додирују, а пробе су састављене од два елемента (задња нога и бочни сарг), тако да је жљеб за спајање ноге са задњим саргом остао отворен.

У једном од прегледаних радова, анализиран је утицај рамена чепа на вредност момента савијања код споја округли чеп-жљеб

(Eckelman at al., 2007). У раду су приказане вредности момената савијања код спојева са раменима и спојева без рамена. Приликом израде проба, вариране су димензије попречног пресека сарга, као и величина пречника чепа. Прегледом рада је примећено, да у раду нису дате процентуалне разлике у чврстоћи између спојева са раменима и спојева без рамена. Накнадном анализом поменутих резултата, утврђено је да присуство рамена чепа утиче на повећање чврстоће споја округли чеп-жљеб у распону од чак 8,17% до 84,79%. Компаративна анализа вредности које су добијене у том раду, са резултатима који су добијени код спојева овални чеп-жљеб у овом раду, није била могућа због тога што су у питању две различите врсте спојева.

Упоредивањем минималних, просечних и максималних вредности момената савијања код спојева две групе, примећено је да су већу вредност чврстоће показали спојеви групе А, у односу на спојеве групе Б. Просечна вредност момента савијања код спојева групе А износила је $M_{sr}=89,68 Nm$. При томе је, горња гранична вредност износила $M_{max}=127,13 Nm$, а доња



Слика 8. Упоредни приказ односа минималних, средњих и максималних вредности момената савијања код спојева група А и Б

$M_{\min}=50,50 \text{ Nm}$ (Сл. 8). Мању чврстоћу су показали спојеви групе Б и то је било очекивано, с обзиром на то, да код ових спојева овални чеп није имао доње раме. Просечна вредност момента савијања код ових спојева износила је $M_{\text{sr}}=82,09 \text{ Nm}$. При томе је горња гранична вредност износила $M_{\text{max}}=106,68 \text{ Nm}$, а доња $M_{\min}=49,78 \text{ Nm}$ (Сл. 8).

На основу статистичке анализе, која је спроведена на нивоу значајности од 95%, утврђено је да узорци оба скупа имају нормалну расподелу. Такође, утврђено је да је варијанса између узорака једнака (Levene test), док је путем F теста утврђено да се ова два скупа узорака статистички значајно не разликују. Према томе, разлику између просечних вредности чврстоћа спојева група А и Б од 8,46% у овом раду, требало би узети са резервом.

Посматрањем вредности момената савијања код спојева у оквиру једне групе, могу се приметити одступања од вредности аритметичке средине. На одступања је утицала анизотропија дрвета која је дошла до изражаја због тога што су приликом израде узорака, гредице кројене по нападу.

ЗАКЉУЧЦИ

Просечна вредност момента савијања која је добијена код спојева групе А у овом истраживању, може се оценити као прилично ниска. Упоредивањем ове вредности са вредностима добијеним у истраживањима двојице аутора на сличним пробама, могло се закључити да је на смањену вредност чврстоће споја овални чеп-жљеб утицала смањена површина лепљења. Активна површина лепљења директно зависи од димензија елемената везе, у овом случају конкретно ширине и дужине чепа.

Наведени резултати у овом раду, указују да су узорци групе А (овални чеп са горњим и доњим раменом) имали већу просечну вредност чврстоће у односу на узорке групе Б (овални чеп без доњег рамена). Разлика у просечној вредности чврстоће између две групе узорака од 8,46% добијена у овом раду, налази се у хипотетички постављеним границама вредности 7 до 10% (Rüdiger et al., 1995). Међутим, на основу статистичке анализе која је спроведена на нивоу значајности од 95%, путем F теста је утврђено да се ова два скупа узорака

статистички значајно не разликују. Према томе, добијену вредност разлике између просечних вредности чврстоћа спојева група А и Б, требало би узети са резервом. Повећањем броја узорака, могло би се очекивати да разлика између средњих вредности момената савијања код спојева група А и Б, буде статистички значајна.

Вредности момената савијања код спојева у свакој од група, одступају од вредности аритметичких средина. На одступања је утицала анизотропија дрвета која је дошла до изража-

ја због тога што су приликом израде узорака, гредице кројене по нападу.

Конкретних података о утицају рамена чепа на чврстоћу споја овални чеп-жљеб има веома мало, па резултати добијени у овом раду, представљају добру основу за даља истраживања.

Напомена: Овај рад је финансиран средствима Завода за контролу квалитета намештаја, Универзитет у Београду, Шумарски факултет; пројекат бр.: 24/540/7124137

THE EFFECT OF SHOULDER ON THE STRENGTH OF THE OVAL TENON-MORTISE JOINT

dr Igor Džinčić, doc., University of Belgrade-Faculty of Forestry

dr Biserka Nestorović, doc., University of Belgrade-Faculty of Forestry

Vojislav Dacic, graduate engineer, teaching assistant, University of Belgrade-Faculty of Forestry (vojislav.dacic@sfb.bg.ac.rs)

Abstract: This paper presents the results of a parallel examination on the strength of oval tenon-mortise joints in two groups of test joints. Joints from group A were made with both shoulders of tenon, while joints from group B were made without the lower shoulder. Examination of strength was conducted on a chair joints rear leg-rail. The results of the examination indicated that joints in group A had a higher average bending moment capacity in comparison with the joints in group B. However, the significance of difference in strength between the two groups of joints was not confirmed by the statistical analysis.

Key words: strength, oval tenon- mortise joint, shoulder of tenon, rear leg-rail, chair

INTRODUCTION

Based on the results from literature, the strength of glued joints in chairs made of solid wood is influenced by the gluing surface, machining quality, type of fit, wood species and material moisture, glue quality and the parameters of gluing (Skakić, Džinčić, 2014). The oval tenon-mortise joint is one of the most frequently used types of glued joints in chair construction. In addition to the above mentioned factors, the lower shoulder of oval tenon has also appeared as a factor of influence on joint strength (Figure 1).

The aim of this paper is to investigate the influence of lower shoulder on the strength of the

oval tenon-mortise joint. The review of literature from the SCI list and publications published in last 20 years, revealed only one data related to the influence of shoulder on joint strength. According to Hünker, shoulder of tenon increases bending strength in range from 7 to 10% (Rüdiger et al., 1995). This claim can be considered as hypothesis, considering that in the literature where it is stated, there is no data on how the author reached the reported values. In other reviewed publications from the SCI list, authors examined other, aforementioned factors influencing the glued joints strength of wooden chairs.

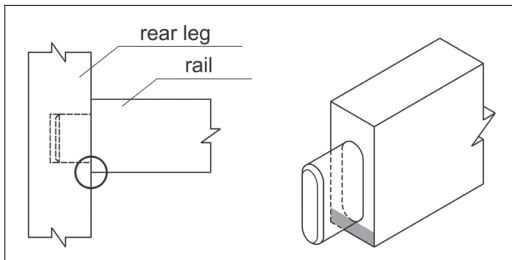


Figure 1: Lower shoulder of the oval tenon-mortise joint

MATERIAL AND METHODS

In accordance with the aim of this work, a comparative examination of the strength of oval tenon-mortise joints was conducted. Two groups of test joints were formed. Joints from group A were made with the upper and lower shoulders of tenon, while joints from group B were made without the lower shoulder of tenon (Figure 2b). The examination was conducted on the chair joints rear leg–rail. The samples were bending-loaded by a universal testing machine. The strength of joints was expressed by the bending moment capacity M (Nm) that can be calculated by multiplying the breaking force F (N) with the moment arm L (m).

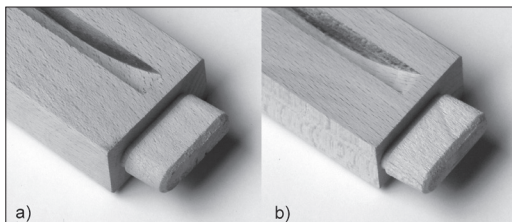


Figure 2. a) rails with the oval tenon from group A; b) rails with the oval tenon from group B.

Research program included:

- the production of test joints,
- test joints loading and,
- the statistical processing of research results.

Thirty (30) rear legs and 30 rails were produced in a furniture production factory. These assembling members were made from solid beech wood as one of the most important industrial

wood species. For research purposes in this paper, the properties of wood were not examined. In order to create experimental conditions as similar as possible to the manufacturing ones, the samples were cut by chance, regardless of their position in the log.

The elements of joints were made by applying a commonly used technology. Oval tenons were machined by one spindle tenoner. Tenons were cut on rails with 20×48mm (Figure 3b) and 20×45 mm (Figure 3c) rectangular cross-sections. The difference in the rail width between the two groups of joints, points to a 3mm size of the lower shoulder of tenon, found in the joints of group A. Oval mortises were machined by one spindle mortiser, on rear legs with a rectangular cross-section which had 31×41mm (Figure 3a) dimensions in the connection zone. Before the production of elements, machining accuracy was tested. Both machines operated in the machining quality class TD40, in accordance with the standard DIN 68101, 2012-02. The dimensions of joint elements are shown in Figure 3.

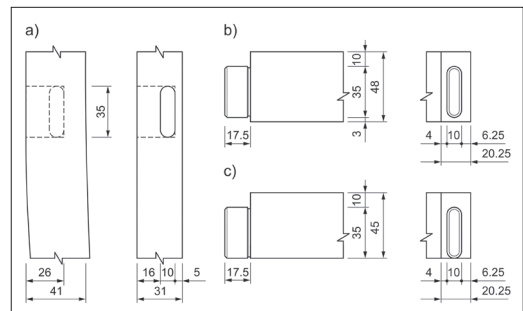


Figure 3. Dimensions of joints (measurements in mm): a) rear leg ; b) rail in group A; c) rail in group B

The controlling of machining accuracy and type of fit was performed with a digital caliper with an accuracy of 0.01 mm. The measuring points on specimens are shown in Figure 4. The type of fit was determined on the basis of the measured dimensions of joint elements. Fit with splice was found by the joint thickness K/r , while gap fit was found by its height K/k . The types of fit are determined in accordance with the standard DIN 68101, 2012-02.

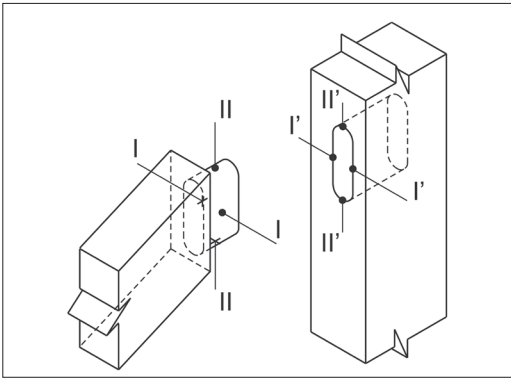


Figure 4. Measurement points on joint elements:
 I-I - thickness of tenon; II-II - width of tenon ; I'-I' - width of mortise;
 II'-II' - height of mortise

The glue used in this research was PVA-c glue COLLANTI CONCORDE, type PROTOVIL R94. This glue was used in regular production. Gluing was done with the glue from the same batch. Before gluing, the moisture content of assembling members was checked with an electric wood moisture meter, and it resulted in $8\pm 2\%$ reading. Glue was

applied on joint elements on both sides, by hand. During the glue application, the spread of glue was controlled, while the amount of glue was not controlled. The samples were gathered by a horizontal frame press machine. In the described way, 15 test joints were made in one group, or 30 test joints in total.

Before examination, the joints were conditioned for 30 days at a room temperature of 23 ± 2 °C with a relative air humidity of $50\pm 5\%$. After conditioning, the moisture content of the samples was checked with an electric wood moisture meter, which resulted in a $9\pm 2\%$ reading.

The test joints were bending-loaded on a universal testing machine SCal, type WT5UT. They were placed vertically between the grips for testing, so there was no degree of freedom. The grip was fastened to the machine bed by bolts (Figure 5).

The results obtained during the examination of test samples on a universal testing machine, were statistically processed. Statistical quantities, arithmetical mean and standard deviation were calculated with standard expressions.

RESULTS

During the loading of test joints, the measuring cell of the load head detects two values: the force at which glue loses strength and the ultimate breaking force. After the examination of test joints, it was found that all joints had been loosened across grain. This phenomenon can be regarded as a consequence of well-chosen types of fit by the width and height of the joint. Based on these facts, in the further calculation of bending moments' capacities, the values of ultimate breaking force were used.

The assembling elements are from the model of a chair in which rails form a seating base of a trapezoidal shape. Due to technological reasons, a tenon is always cut at a straight angle against the forehead of a rail, so tenon is made with a certain angle relative to the longitudinal axis of the rail (Figure 6). The length of moment arm represents the distance between the back leg of a chair and centerline of the load head (Figure 5). On the basis of the angle $\alpha=9^\circ$, the length of the moment arm was reduced from 0.18m to 0.1778 m.

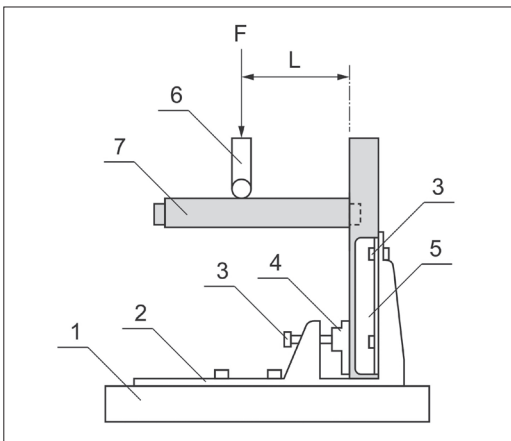


Figure 5. Method of test joint loading:
 1. Bed of testing machine;
 2. Grip's stand;
 3. Bolts for test joint tightening;
 4. Gripping plate;
 5. Mobil „L” profile for tightening;
 6. Load head;
 7. Test joint; F–force; L–Moment arm.

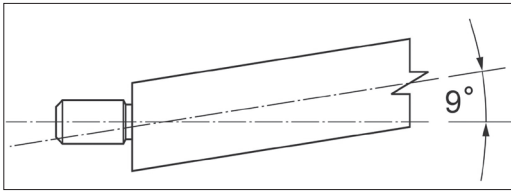


Figure 6. Deflection angle of tenon relative to longitudinal axis of rail

Testing results are shown by groups of joints, in a graph (Figure 7). The samples which did not have proper fit were left out of the statistical calculation. Because of the gap by the thickness of joint, test joints under ordinal numbers 3, 10, 11 and 15 were left out of group A, while test joint under ordinal number 16 was left out of group B.

DISCUSSION

Comparing the results with the values obtained by other researchers (Skakić, Džinčić, 2003), it was concluded that the joints in group

A showed a lower value of strength. The reason for the lower value of strength of joints in group A should be primarily sought in the small gluing area as a consequence of relatively small dimensions of the joint elements. The length of an oval tenon of 17.5 mm and width of 35 mm cannot give the same strength capacity of joint as a tenon that has a length of 20 mm and width of 50 mm. An increase in tenon dimensions leads to an increase in gluing area, and thus an increase in the strength of joint. Beside the mortise that is used for joining rear leg and rail, a mortise for connecting rear leg and back rail was also made. Both of mortises touch mutually, so the mortise for connecting rear leg and back rail was left open.

In one of the examined published papers, the influence of shoulder on the bending moment capacity at the round tenon-mortise (Eckelman et al., 2007) was analyzed. The bending moment capacities at joints with shoulders and at joints without shoulders were presented by this paper. During the production of test joints, cross-sectional dimensions of rail were varied as well as the diameter of the tenon. After the review of the paper, it was noticed that the pa-

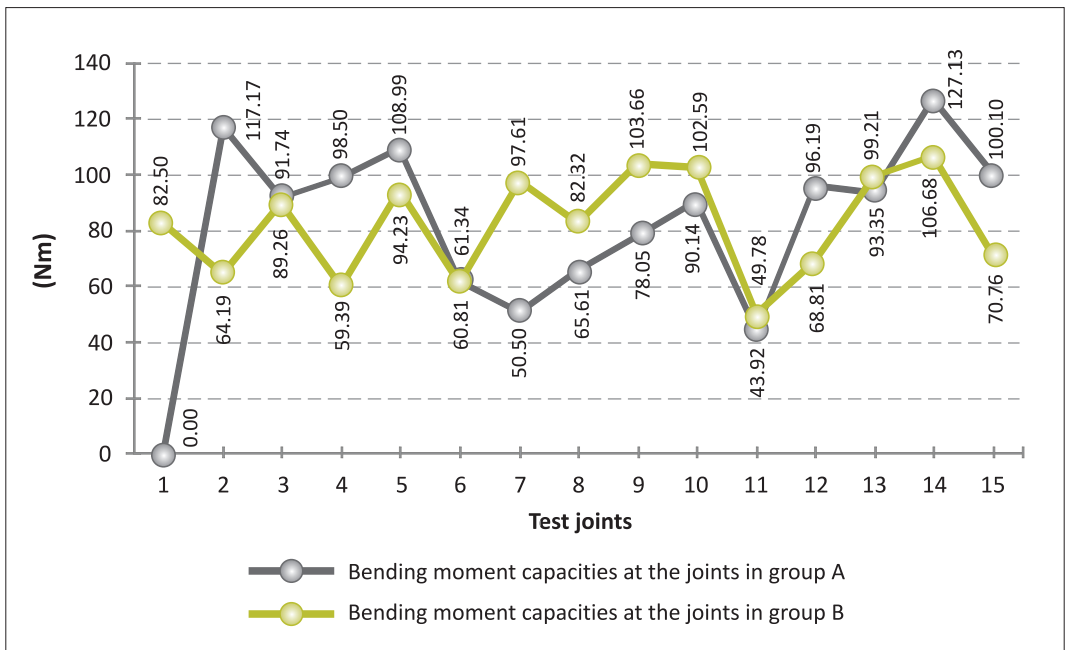


Figure 7: Bending moment capacities of joints in groups A and B

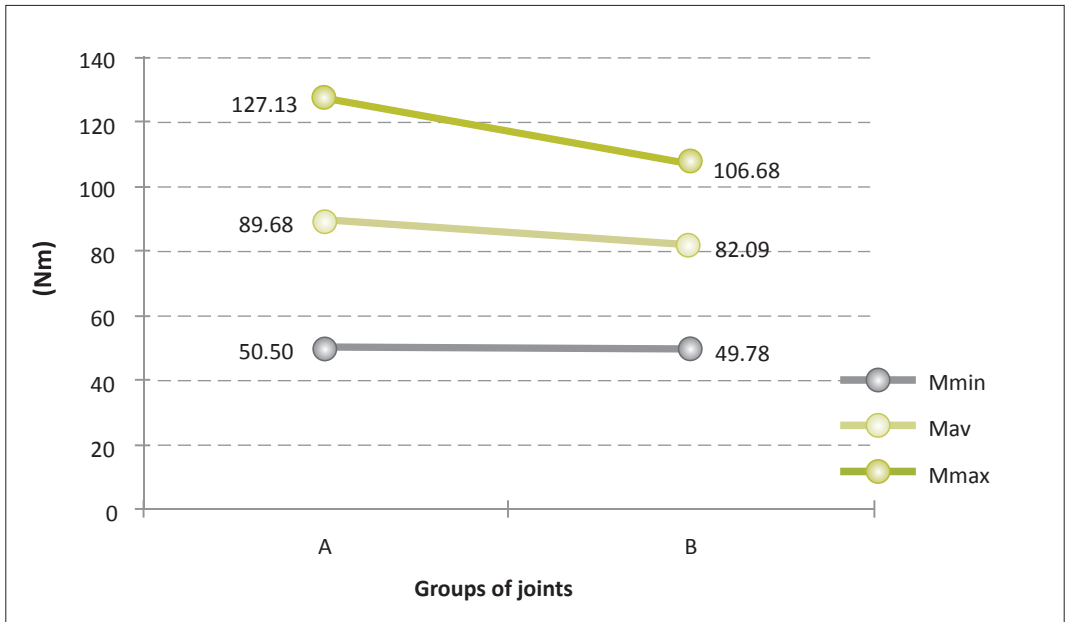


Figure 8: Comparative view of the minimum, average and maximum relations of bending moment capacities of joints in groups A and B

per did not give the percentage differences in strength between the joints with shoulders and joints without shoulders. A subsequent analysis of the above mentioned results revealed that the strength of round tenon-mortise joint increased, ranging from 8.17% to 84.79%, with the presence of shoulders. Comparative analyses of the mentioned results with the ones obtained in this paper, was not possible due to the fact that these are two different types of joints.

By comparison of the minimum, average and maximum bending moment capacity of joints in two groups, it was noticed that a higher strength is achieved by the joints in group A, in comparison with the joints in group B. The average bending moment capacity at the joints in group A was $M_{av}=89.68$ Nm, while the upper limit was $M_{max}=127.13$ Nm, and the lower limit was $M_{min}=50.50$ Nm (Figure 8). A lower strength was shown by the joints of group B, which was expected considering that in these joints the oval tenon had no lower shoulder. The average bending moment capacity of these joints was $M_{av}=82.09$ Nm, while the upper limit was $M_{max}=106.68$ Nm,

and the lower limit amounted to $M_{min}=49.78$ Nm (Figure 8).

Based on statistical analysis which was conducted with a significance level of 95%, it was determined that samples from both groups had a normal distribution of bending moment capacities. In addition, it was determined that the bending moment capacity variances between samples were equal (Levene test), while the F test revealed that the difference between the two groups of samples was not statistically significant. The obtained difference in the average values of strength between test joints in groups A and B of 8.46% in this study, should be considered with care.

Upon observation of the bending moment capacities at the joints in one of the groups, it is noticeable that there are deviations in arithmetic mean values. Deviations were influenced by the anisotropy of wood which came to the fore, since during the production of specimens, samples were cut randomly, regardless of their position in the log.

CONCLUSIONS

The average bending moment capacities that were obtained for the joints of group A in this study can be assessed as rather low. By comparing these values with the values obtained in studies by two authors in similar test joints, it could be concluded that the reduced value of the strength of the oval tenon-mortise was affected by reduced gluing surface. Active gluing surface directly depends on the dimensions of joint elements, in this particular case, the width and length of the tenon. The functional relationship between the value of the bending moment capacities and the size of the splices or gapes was not found.

The results which are given in this paper, were pointing that samples in group A (oval tenon with the upper and lower shoulder) had a higher average value of strength in comparison with the samples in group B (oval tenon without the lower shoulder). The 8.46% difference in average strength values between the two groups of samples obtained in this paper, is located in a hypothetical set with limits from 7 to 10%, (Rüdiger et al., 1995). Based on a statistical analysis, which was conducted with a significance level of 95%, and by using the F test, it was found that the difference between the two groups of samples was not statistically significant. The obtained difference in average strength values between test joints in groups A and B should be considered with care. With an increased number of samples, it could be expected that the difference between the value of the bending moment capacities of test joints in groups A and B could show statistical significance.

The bending moment capacities of joints in each of the groups deviate from the values of

their respective arithmetic means. The deviations were influenced by the anisotropy of wood which came to the fore, since during the production of specimens the samples were cut randomly, regardless of their position in the log.

In previous publications, there is not much exact data reported on the influence of the shoulder of tenon on the strength of the oval tenon-mortise joint, and therefore the results obtained by this research represent a good basis for further research.

Note: This work has been financed by the Institute for Furniture Quality Control, University of Belgrade, Faculty of Forestry; project no.: 24/540/7124137

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Eckelman, C., Erdil, Y., and Haviarova, E. (2006): *Effect of shoulders on bending moment capacity of round mortise and tenon joints*, Forest Products Journal 56(1), (82-86) <http://www.agriculture.purdue.edu/fnr/faculty/Eckelman/> (pristupljeno: 04.06.2015. god.)
- Rüdiger A., Dusil F., Feigl R., Froelich H, Funke J. (1995): *Grundlagen des Möbel – und Innenausbau*, DRW – Verlags, Stuttgart
- Skakić D., Džinčić I, (2003): *Uticaj dimenzija čepa i vida na leganja na čvrstoću spojeva kod stolica*, Prerada drveta 2, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd (25-30)
- Skakić D., Džinčić I, (2014): *Konstrukcije nameštaja i proizvoda od drveta*, Osnovi konstruisanja, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd
- DIN 68101, 2012-02

