



## EXPERIMENTAL TESTING OF SPATIAL FURNITURE JOINT

Vladimír Záborský – Daniel Ruman – Vlastimil Borůvka – Milan Gaff

### Abstract

*This article deals with the experimental testing of a spatial corner joint with a non-continuous tenon of a 12 mm thickness. This type of joint was glued with polyurethane (PUR) glue. The glue was applied to the tenon as well as the mortise. The primary focus of this research was the verification of the tensile test method carried out on a universal testing machine. After the accuracy of this method is verified, we will experimentally test other types of joints of different dimensions and shapes, with the use of different types of furniture adhesives. Beechwood (*Fagus sylvatica* L.) with an equilibrium moisture content of 8% was used for the spatial furniture joint. The elastic stiffness of the furniture joint tested in a tensile test was evaluated from stress-strain diagram.*

**Key words:** *elastic stiffness of joint, furniture joint, tenon, mortise*

### INTRODUCTION

Väčšina autorov skúma z pevnostných vlastností únosnosť, tuhosť spoja a deformačné charakteristiky (Eckelman, C., A. 2003). Medzi najnebezpečnejšie prípady namáhania spojov patrí zaťaženie ohybovým momentom v ich uhlovej rovine (Erdil *et al.* 2005 and Prekrat a Španic 2009 and Uysal *et al.* (2015).

Dimenzovanie čapov a dlabov, ktoré boli lepené, sa zaoberal vo svojej práci Smardzewski (2002). Navrhol komplexné statické posúdenie lepeného spoja pomocou čapov a dlabov. Vo svojom výzku ukázal, že veľkosť zaťažovacieho ohybového momentu je závislá na dĺžke čapu. Stanovenie neoptimálnejšej varianty rohového spoja pomocou čapov vedeckými metódami sa tiež venovali Prekrat a Španic (2009). Porovnávali tri typy rohových spojov (oba kruhové čapy, čap s kombináciou kolíkov a kruhový čap s kombináciou kolíkov a oceľového valčeka a skrutky), ktoré boli zaťažované ohybovým momentom. Maximálnu únosnosť mala tretia kombinácia spojenia, druhá kombinácia mala najmenšiu únosnosť.

Tento predbežný výskum slúži na otestovanie metodiky ťahovej skúšky priestorového nábytkového spoja vyrobeného z dreveniny buka lesného (*Fagus sylvatica* L.)

### MATERIAL AND METHODS

Na experiment bola použitá drevenina buk lesný (*Fagus sylvatica* L.) z ktorého výrezok boli napílené fošne hrúbky 52 mm. Tieto fošne sa sušili na rovnovážnu vlhkosť 8% v klimatizačnej komore APT Line II (Binder; Germany) s relatívnou vlhkosťou vzduchu 40%

a teplotou 20°. Táto vlhkosť je štandardnou vlhkosťou pre nábytkové prvky (ČSN 91 0001) (1998). Z fošien boli vymanipulované prírezy, ktoré sa tvarovo a konštrukčne opracovávali na CNC strojoch. Na obrázku 1 je zobrazená výkresová dokumentácia stĺpika s dlabmi a na obrázku 2 je zobrazená podrobná výkresová dokumentácia luba s nepriebežným čapom s perom hrúbky 12 mm. Na čapy a dlaby konštrukčného spoja sa nanášalo polyuretánové lepidlo NEOPUR 2238R (AGGLU; Slovakia) v zmysle technického listu. Zostavený priestorový nábytkový spoj (ČSN 49 0000 1998) bol zmontovaný a stiahnutý pomocou stolárskych svoriek. Obrázok 3 zobrazuje ťahovú skúšku vzoriek, ktorá bola realizovaná pomocou univerzálneho testovacieho zariadenia UTS 50 (Germany). Testovaných bolo 10 skúšobných vzoriek.

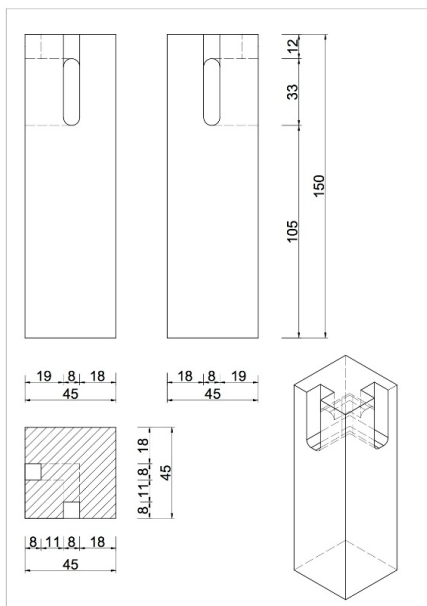


Figure 1 Výkres stĺpika

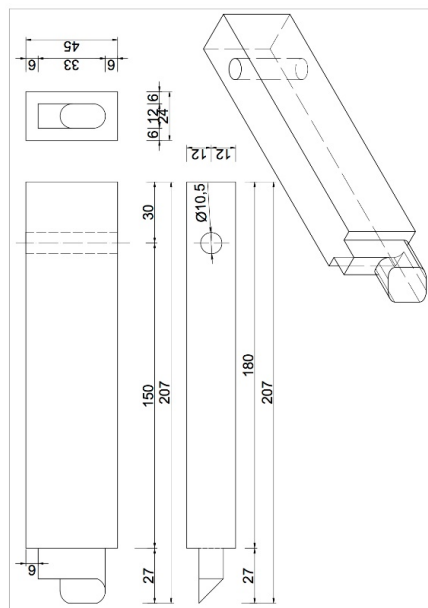


Figure 2 Výkres lubov

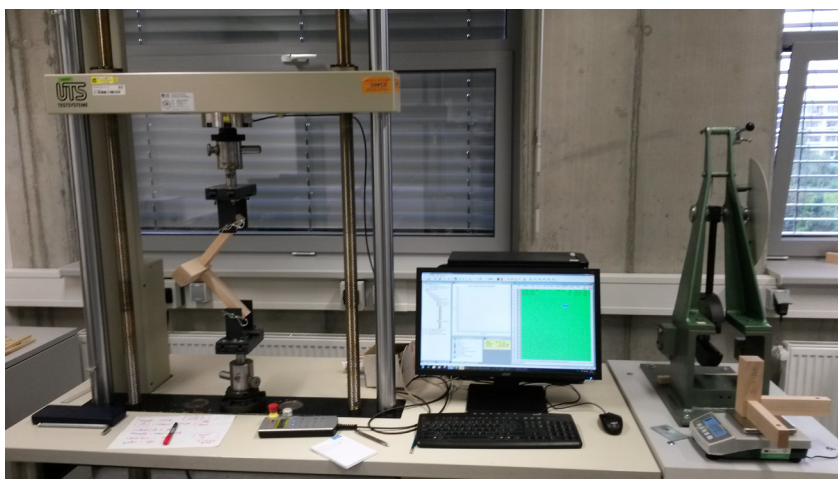


Figure 3 Experimentálne testovanie

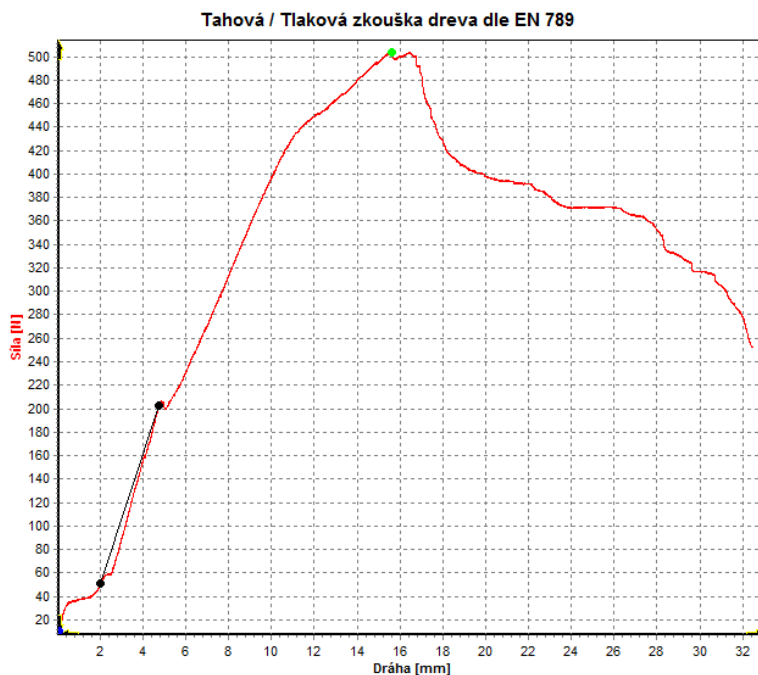
Elastická tuhosť skúšobnej vzorky zaťaženej na ťah sa vyhodnocovala podľa vzťahu  $C = \Delta M / \Delta y$ , kde  $\Delta M$  predstavuje zmenu momentu (Nm) a  $\Delta y$  predstavuje zmenu uhlu v  $^{\circ}$ .

## RESULTS

V tabuľke 1 sú zobrazené priemerné namerané údaje. Jednotlivé údaje v tabuľke boli odčítané zo silovo – deformačného diagramu zobrazeného na obrázku 4. Elastická tuhosť bola vypočítaná podľa vzťahu (viď. metodika).

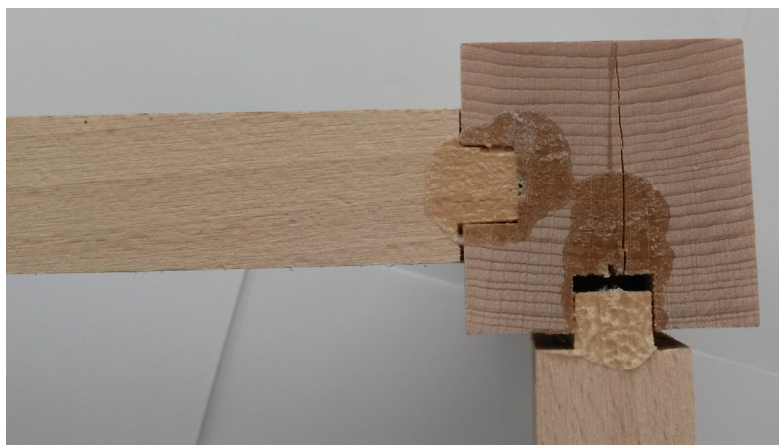
**Table 1** Tabuľka priemerných údajov

typ namáhání	typ lepidla	сила 10% v N	сила 40% v N	дрáга 10% v mm	дрáга 40% v mm	zmena momentu v Nm	zmena uhlu v $^{\circ}$	Elastická tuhosť v Nm/rad
tlak	PUR	53,25	212,40	0,88	4,18	21,04	1,44	835



**Figure 4** Silovo-deformačný diagram ťahovej skúšky spoja

Na obrázku 5 je zobrazené porušenie vzorky konštrukčného spoja vplyvom zaťaženia ťahom. Na dolnej strane spoja možno vidieť povytiahnutie čapu zo svojej pôvodnej pozície a čiastočné priečne prasknutie stĺpika.



**Figure 5** Porušenie spoja vplyvom ťahovej skúšky

Priemerná hustota vzoriek prepočítaná na 12% je  $708 \text{ kg/m}^3$ . Táto hodnota je porovnateľná s autormi Požgaj *et al.* (1993), ktorý uvádzajú priemernú hodnotu hustoty bukového dreva (*Fagus sylvatica* L.)  $712 \text{ kg/m}^3$ . Wagenführ (2000) uvádza hustotu bukového dreva (*Fagus sylvatica* L.) pri 12 % vlhkosti  $720 \text{ kg/m}^3$ .

## DISCUSSION

Tento výskum bol zameraný na predbežné overenie metodiky ťahovej skúšky priestorového nábytkového spoja s nepriebežným čapom s perom hrúbky 12 mm. Zvolená metodika vyhovuje pre vybrané typy priestorových konštrukčných spojov, na základe ktorej sa budú experimentálne skúšať ďalšie konštrukčné spoje rôznych typov, dimenzií a s použitím rôznych druhov lepidiel.

## REFERENCES

1. ČSN 91 0001. (2007). "Furniture -Technical requirements," Czech Office for Standards, Metrology and Testing, Prague, Czech Republic. (in Czech)
2. WAGENFÜHR, R. (2000). *Holz atlas*, 5<sup>th</sup> Edition, Fachbuchverlag, Leipzig, Germany (in German), 707 p.
3. ČSN 49 0000. (1998). "Terminology in woodworking industry. General terms and wood properties, Metrology and Testing, Prague, Czech Republic. (in Czech).
4. Požgaj, A., Chovanec, D., Kurjatko, S., Babiak, M. (1993). *Štruktúra a Vlastnosti Dreva* [*Structure and Properties of Wood*], Príroda a. s., Bratislava, Slovakia (in Slovak), 486 p.
5. ISO 13061-1 (2014). "Wood-determination of moisture content for physical and mechanical tests," International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
6. ISO 13061-2 (2014). "Wood-determination of density for physical and mechanical tests," International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

7. Eckelman, C., A. (2003). "Textbook of Product Engineering and Strength Design of Furniture," Prude University, West Laffayette, Indiana, 2003.
8. Erdil, Y. Z., Kasal, A. and Eckelman, C. A. (2005). "Bending moment capacity of rectangular mortise and tenon furniture joints", FOREST PRODUCTS JOURNAL Vol. 55, No. 12.
9. Prekrat, S. and Španic, N. (2009). "Scientific Methods for Determination of Wooden Corner Joint Designs," *Drvna Industrija* 60 (4), pp. 245-251.
10. Uysal, M., Haviarova, E. and Eckelman C. A. (2015). "A comparison of the cyclic durability, ease of disassembly, repair, and reuse of parts of wooden chair frames", *Materials and Design* 87, <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2015.08.0090264-1275>.
11. Smardzewski, J. (2002). "Strength of profile-adhesive joints," *Wood Science and Technology* 36, DOI 10.1007/s00226-001-0131-3, pp. 173-183.