



APPLICATION OF FEM ANALYSIS FOR FURNITURE FITTINGS

Daniel Ruman – Miroslav Gašparík – Vladimír Záborský

Abstract

Joints are often a critical part of furniture frames. Simulation programs are useful tools designed to verify whether a furniture joint is designed correctly. The simulations use calculations based on algebraic equations with the finite element method, which can only be performed on a computer. The finite element method was created because of the need to solve complex engineering problems.

In our example, we were verifying steel bed fittings from Hettich, which were subjected to a simulation analysis using the finite element method. On thin-walled steel angles we used the method of mesh refinement in order to achieve more accurate results. The simulation showed us the maximum stress and strain, as well as the exact places where concentration of stress occurs on the steel fittings. Bed fittings from Hettich were suitable for our simulations. We must note, however, that the accuracy of calculations using the finite element method (FEM) can only be verified by an experiment.

Key words: FEM, furniture joint, bed fittings

INTRODUCTION

Za objaviteľa FEM je považovaný prof. Richard Courant, ktorý hľadal riešenie istého variačného problému v tvare spojitej po častiach lineárnej funkcie. Základná myšlienka metódy konečných prvkov tkvie v nahradení kontinua súborom geometricky jednoduchých podoblastí, tzv. konečných prvkov, ktoré by poskytli dostatočne presnú fyzikálnu aproximáciu riešeného telesa. Počet stupňov voľnosti je obmedzený predpokladom, že väzba medzi susednými prvkami sa uskutočňuje len v určitom počte tzv. uzlových bodov, v ktorých uvažujeme diskrétné parametre, charakterizujúce jednotlivé prvky. Modelovanie kontinua konečnými prvkami vedie podobne ako ostatné približné numerické metódy k riešeniu rozsiahlych sústav algebraických (zvyčajne lineárnych) rovníc, ktoré je možné zvládnuť len pomocou výpočtovej techniky.

Mnohí autori ako napr. Smardzewski (2002); Zhou (2012); Gaff *et. al.* (2015); Gaff *et. al.* (2015) využívali vo svojich výskumoch simulácie pomocou metódy konečných prvkov. Správnosť výpočtov overovali experimentálnymi testami. Výsledky simulačných analýz sa blížili experimentálnym testom.

MATERIAL AND METHODS

Výpočtový model, ktorý poslužil na simulačnú skúšku je zobrazený na obrázku 1. Jedná sa o dvojposteľ s rozmermi 1800 x 2000mm. Z knižnice simulačného programu sa zvolil buk. Fialové šípky predstavujú zaťažovaciu silu a zelené značky na čelách predstavujú podpory modelu.

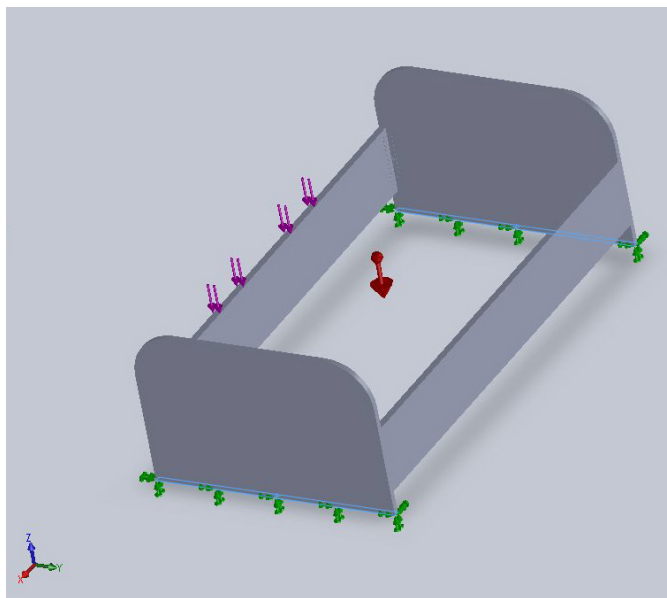


Figure 1 Výpočtový model zaťažovania

Na prichytenie postranníc o čelá dvojposteľe sa nasimulovalo posteľové kovanie od f. Hettich 047 635 (obr. 2). Kovanu sme z knižnice materiálov priradili uhlíkovú oceľ.

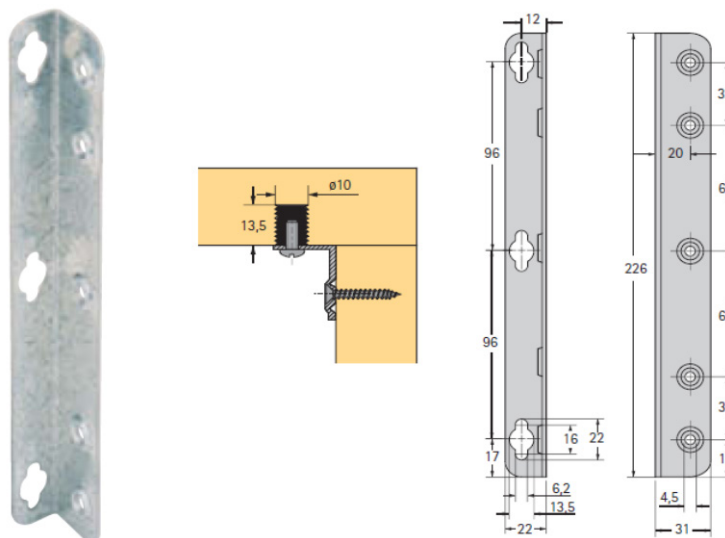


Figure 2 Spojovacie kovanie of firmy Hettich 047 635

Na statické overenie posteľového kovania od f. Hettich bola zaťažená postrannica dvojicou zvislých síl 1 200 N vzdialených od stredu 300 mm podľa normy ČSN EN 1725 (1998). Na obrázku 3 je zobrazená sieť na základnom modeli a zjemnenie siete na kovaní.

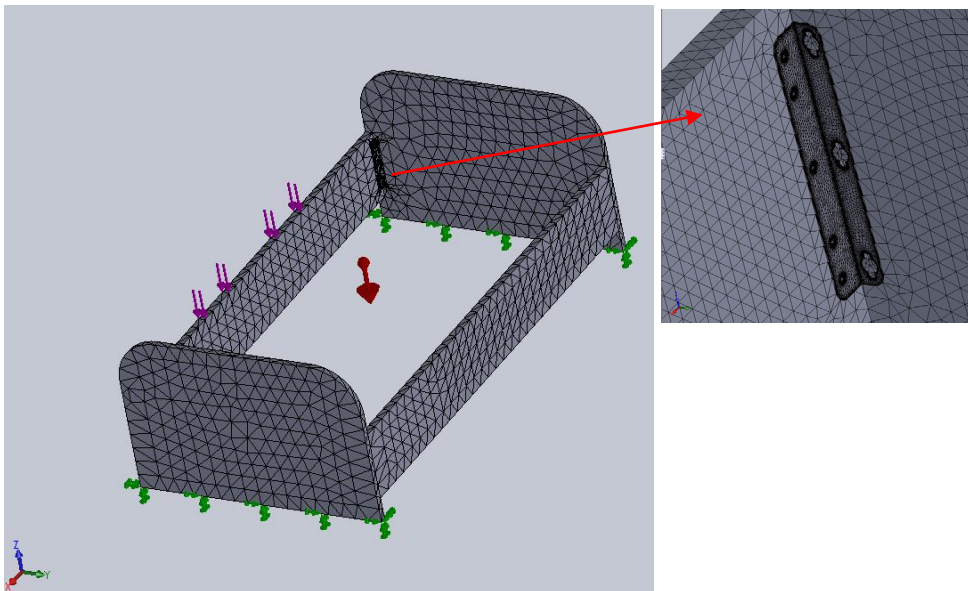


Figure 3 Tvorba siete na základnom modeli a Zjemnenie siete na posteľovom kovaní

Metóda zjemnenia siete na oceľovom spojovacom kovaní sa využila pre dosiahnutie presnejších výsledkov. Oceľové kovanie bolo prichytené o drevo pomocou oceľových skrutiek.

RESULTS

Na obrázku 4 sú zobrazené napätia na oceľovom kovaní. Ako je vidno z napät'ovej škály na pravo, v oblasti otvorov vznikajú napätia prevyšujúce medzu klzu ocele. V tomto prípade sa ale jedná o kontaktné napätie okolo otvoru, medzi skrutkou a dierou uholníka. Toto kontaktné napätie nemá vplyv na celkovú deformáciu spojovacieho kovania. Iné by bolo, keby vyšlo takéto napätie v inom mieste ako okolo diery napr. na rohovej spoji oceľového kovania.

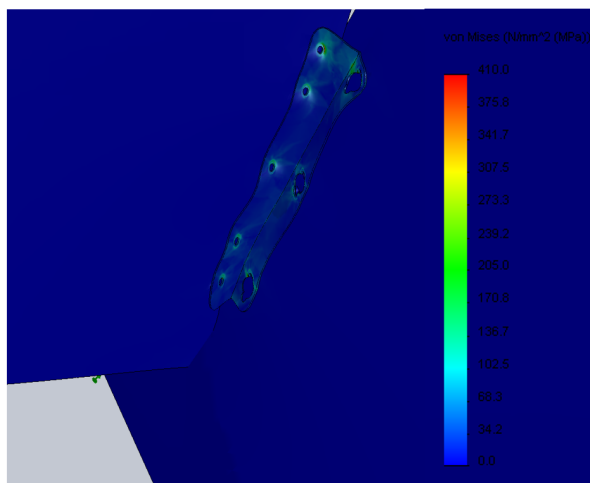


Figure 4 Napätia na oceľovom kovani

DISCUSSION

Uvedený príklad posluží čitateľom zlepšiť si prehľad o počítačových simuláciách využívajúc metódu konečných prvkov. Statické štúdie nám poskytli informácie o správnosti resp. nesprávnosti konštrukčného návrhu. Podľa nich môžeme konštatovať, že posteľové kovanie od f. Hettich zaťažené podľa normy vyhovuje. Je nutné však pripomenúť, že správnosť počítačovej simulácie pomocou metódy konečných prvkov môže overiť jedine experiment.

REFERENCES

1. ČSN EN 1725. (1998). "Nábytek bytový - Postele a matrace - Bezpečnostní požadavky a zkušební metody," Czech Office for Standards, Metrology and Testing, Prague, Czech Republic. (in Czech)
2. Gaff, M., Gašparík, M., Borůvka, V., and Babiak, M. (2015). "Simulating Stresses Associated with the Bending of Wood Using a Finite Element Method," *BioResources* 10 (2), p. 2009-2019.
3. Zhou, J., Hu, Ch., Hu, S., Yun, H., and Jiang, G. (2012). "Optimization of hinge configuration of furniture doors using finite element analysis," *BioResources* 7 (4), p. 5809-5816.
4. Gaff, M., Gašparík, M., Borůvka, V., and Haviarová, E. (2015). "Stress simulation in layered wood-based materials under mechanical loading," *MATERIALS & DESIGN* (87), p. 1065-1071. ISSN: 0261-3069
5. Smardzewski, J., and Prekrad, S. (2002). "Stress distribution in disconnected furniture joints," *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 5(2).