

Principy úpravy vrstevnatých materiálů cílených vlastností

Dřevo ve své přirozené podobě má jak známo nejen dobré vlastnosti, ale i některé nedostatky. Patří k nim např. rozměrová nestabilita v důsledku bobtnání a sesychání nebo relativně malá odolnost proti působení vnějších vlivů. Proto se snažíme dřevo modifikovat tak, abychom tyto vlastnosti vylepšili. Jedním ze způsobů modifikace dřeva je vrstvení, a to buď překližování, nebo lamelování.



Autori: Doc. Ing. Milan Gaff, PhD., Ing. Tomáš Svoboda
Fakulta lesnická a dřevařská ČZU v Praze
Kontakty: gaffmilan@gmail.com
Foto a grafy: archiv autorů

Lamelování

Lamelováním se zvyšují mechanické vlastnosti, což dokazuje i výzkum, ve kterém Giurgiu a Cismaru (2011) zkoumali vliv počtu lamel na mechanické vlastnosti lepeného lamelového dřeva z topolu. Vzorky se skládaly ze dvou, tři, čtyř a pěti lamel o šířce 50 mm, přičemž byly zachovány stejné rozměry příčného průřezu (šířka 50 mm, výška 100 mm). S rostoucím počtem lamel se zvyšovala síla potřebná k porušení vzorků a klesal průhyb při stejném zatížení. Síla potřebná k porušení se zvýšila z 12 400 N u vzorku slepeného ze dvou lamel na 13 850 N u vzorků z pěti lamel. Průhyb se při stejném zatížení 5000 N snížil z 15,5 mm u vzorku lepeného ze dvou lamel na 11,5 mm u vzorku lepeného z pěti lamel. Zlepšení vlastností autor vysvětluje nárůstem počtu vrstev lepidla ve skladbě vzorků. S tím související modul pružnosti vzrůstal o 10 % při třech lamelách, o 18 % při čtyřech lamelách a o 29 % při pěti lamelách vůči vzorkům

Princip lamelování



ze dvou lamel. Deformace se snižovala o 5 %, 13 % a 26 % při třech, čtyřech a pěti lamelách.

Můžeme tedy tvrdit, že větší počet vrstev ovlivňuje pozitivně pevnost v ohybu a modul pružnosti. Fakt, že vrstvením materiálů lze dosáhnout lepších mechanických vlastností je jedna z výhod lamelování. Dalo by se tvrdit, že čím tenčí vrstvy jsou spojeny k sobě, tím lepších mechanických vlastností se dosáhne. Giurgiu a Cismaru (2011) to připisují množství obsaženého lepidla. Král a Hrázský (2005) uvádí jako nejoptimálnější tloušťku z hlediska pevnosti a elastičnosti 0,35 – 0,6 mm. Dle Svitáka a kol. (2013) se stále častěji testují a aplikují další nové postupy pro zvýšení tuhosti a pevnosti takových výrobků, které budou splňovat náročné požadavky na zlepšování konstrukčních i užitných vlastností. Ve svém výzkumu se zabýval např. umístěním dalších přidaných vrstev z materiálů, které mají vysokou pevnost v tahu a modul pružnosti. Tyto materiály, především na bázi uhlíku, tvoří další přidanou vrstvu v tahové zóně kompozitu, je možné navíc předepínat, čímž lze získat ještě lepších hodnot mechanických vlastností. Jako nejefektivnější se jevílo použití předepnutých uhlíkových tkanin na 1 kN, a to až o 32 % oproti prvkům, bez použití výztuže.

Lamelování v truhlářské výrobě a stavebním průmyslu

Na výrobu dílců v truhlářské výrobě se používají převážně listnaté dřeviny (buk, bříza, topol) a z jehličnanů smrk. Při porovnávání vlastností masivního a la-

melového dřeva bylo zjištěno, že vlivem cyklického namáhání lamelové dřevo nevykazovalo významný pokles hodnot modulu pružnosti, na rozdíl od masivního dřeva. Počet mikrotrhlin uvnitř materiálu byl také menší.

Masivní dřevo ve stavebním průmyslu využívá především jeho pevnosti v ohybu, např. krovy, lávky, mosty a jiné nosníky. I zde se využívá technologie lamelování. Pro stavební účely jsou vyráběny nosníky z lepeného lamelového dřeva (Glulam, BSH). Tyto nosníky jsou slepeny z délkově nastavených dřevěných lamel různé tloušťky, které se lepí plošně na sebe. Tímto způsobem se vyrábějí přímé nebo tvarové nosníky, které mají široké možnosti použití ve stavebnictví především pro střešní konstrukce. Výroba lepených nosníků, při aplikaci vylepšeného systému lepení a moderních lepicích směsí, i v současnosti představuje perspektivní oblast využití pro značné množství dřeva a umožňuje výrobu kvalitních stavebních prvků velkých průřezů a délek.

Zhušťování dřeva

Mezi úpravy vlastností dřeva patří také zhušťování dřeva. Zhušťování dřeva je jednou z technologií modifikace, kdy se dřevo lisuje např. válcováním, čímž zmenší svůj objem a zároveň zvýší hustotu. Tato technologie se používá ve stavebnictví, ale nejčastěji v nábytkářském průmyslu. Zhuštěním dřeva je možné dosáhnout kvalitativní změny jeho vlastností a získat tak materiál zlepšených

vlastností. Výsledný produkt se vyznačuje vylepšenými fyzikálně-mechanickými vlastnostmi ve srovnání s masivním dřevem, co zvětšuje prostor pro jeho používání při výrobě hotových výrobků pro různé účely.

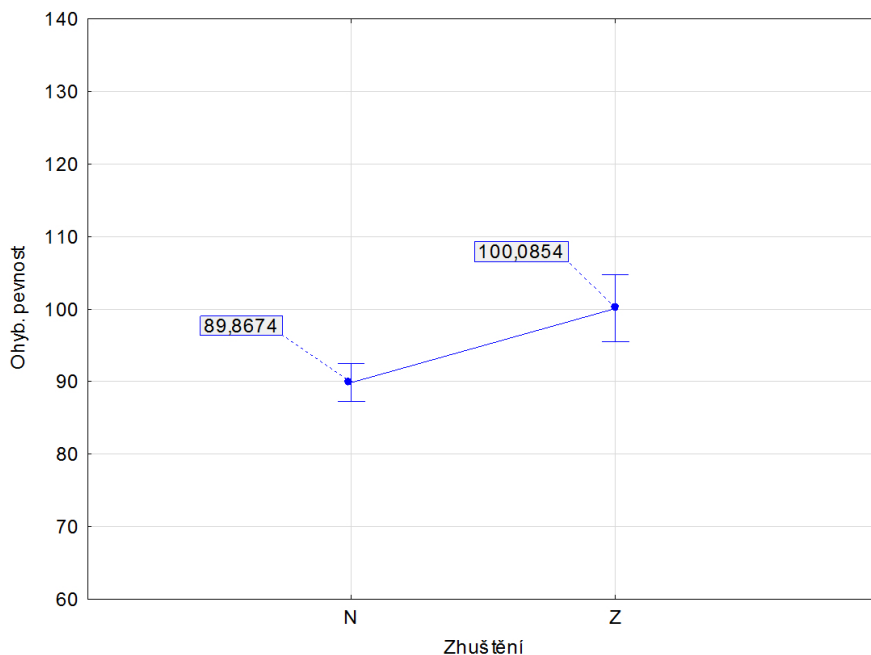
Zjišťování pevnosti v ohybu

Na grafu 1 je znázorněná závislost ohybové pevnosti na zhuštění materiálů. Z grafu vyplývá, že účinek zhuštění osikového dřeva má, na rozdíl od dřeva bukového, statisticky významný vliv na narůstající hodnoty pevnosti v ohybu. V případě již zmiňovaného bukového dřeva je faktor zhuštění dřeva statisticky nevýznamně působící na ohybové pevnosti. Pozitivní vliv zhuštění osiky na ohybovou pevnost můžeme zdůvodnit zvětšením hustoty dřevní hmoty způsobené zhušťováním.

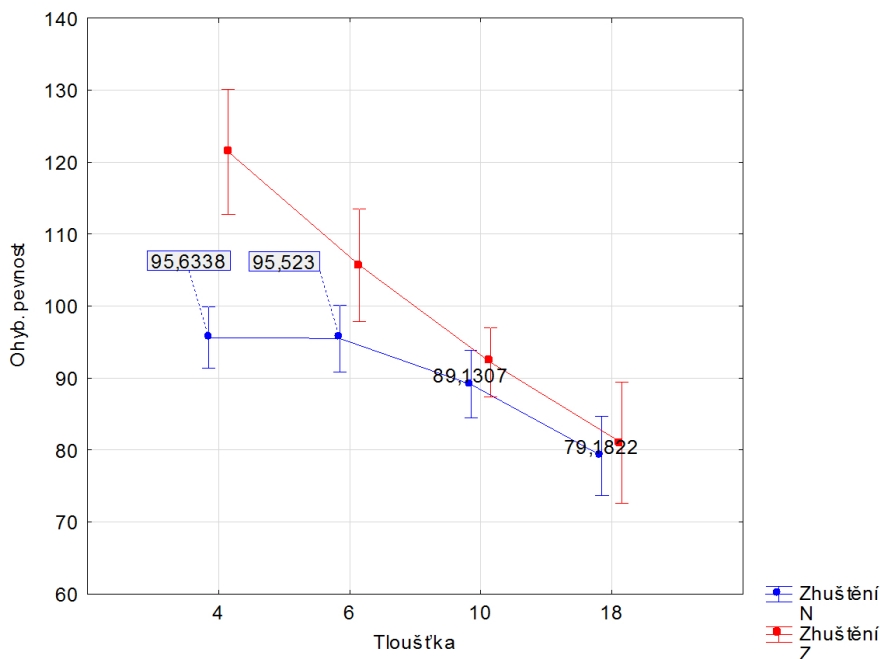
Tloušťka materiálu se projevila jako statisticky významně působící na hodnoty pevnosti v ohybu a to jak pro zhuštěné tak i nezhuštěné osikové dřevo (graf 2). Z grafu je vidět, že s narůstající tloušťkou materiálu hodnoty pevnosti v ohybu u obou souborů zkušebních těles klesají. Stejně tak i interakce faktorů tloušťka materiálu a zhuštění statisticky významně působí na hodnoty ohybové pevnosti. Zhuštěné dřevo v intervalu 4 až 18 mm vykazuje vyšší hodnoty pevnosti v ohybu v porovnání s dřevem nezhuštěným. Tento jev byl zaznamenán i při stejných zkouškách s bukovým dřevem. Vyšší hodnoty vykazovalo bukové zhuštěné dřevo však pouze v intervalu 6 až 10 mm.

Klesání pevnosti v ohybu s narůstající tloušťkou materiálu je důsledkem toho, že nárůst průřezového modulu materiálu je větší než nárůst působící síly. Tedy nárůst tloušťky má za následek zvětšení plochy zkušebního vzorku a síla se následně roznáší na větší plochu průřezu a dochází ke snížení pevnosti.

Vliv počtu cyklů namáhání se při jednotlivých souborech zhuštěných a nezhuštěných těles projevil jako statisticky nevýznamně působící faktor (tab. 1). Kombinace faktorů počet cyklů namáhání a zhuštění se ale ukázala jako interakce ovlivňující hodnoty ohybové pevnosti. Na grafu 3 můžeme pozorovat, že v intervalu 1000 až 7000 cyklů mělo zhuštění pozitivní vliv na hodnoty pevnosti v ohybu v porovnání s nezhuštěným dřevem. Tento rozdíl ale má statisticky malou významnost. Podobných výsledků bylo dosaženo i při zkouškách s cyklicky namáhaným bukovým dřevem.



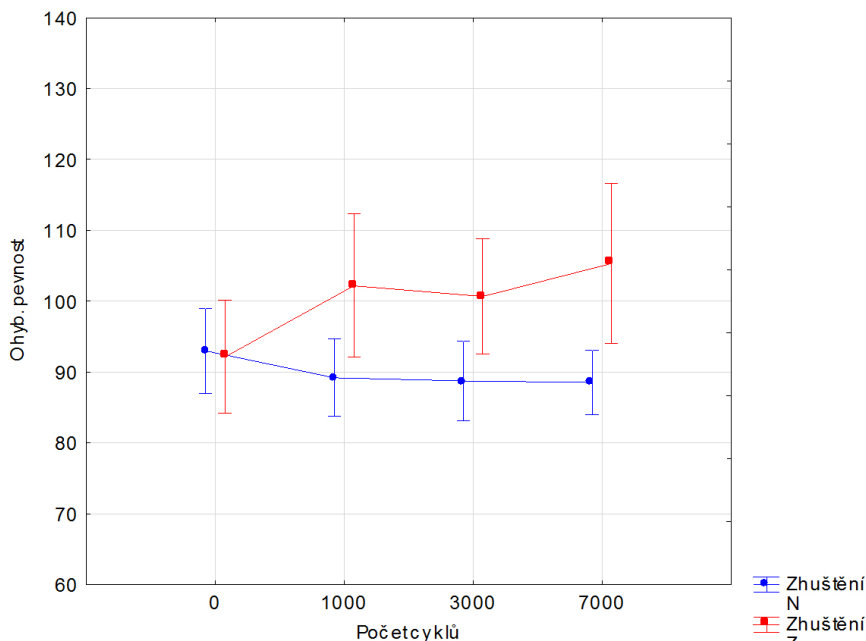
Graf 1: Vliv zhuštění na ohybovou pevnost



Graf 2: Vliv tloušťky na ohybovou pevnost

Tabulka 1: Vliv počtu cyklů namáhání zhuštěných a nezhuštěných těles

Sledovaný faktor	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl	Fisherův F-test	Hladina významnosti P
Abs. člen	2020596	1	2020596	7658,559	0,000001
Zhuštění	5847	1	5847	22,161	0,000005
Počet cyklů	576	3	192	0,728	0,536663
Tloušťka	25507	3	8502	32,226	0,000001
Zhuštění*Počet cyklů	2475	3	825	3,127	0,026943
Zhuštění*Tloušťka	5104	3	1701	6,449	0,000350
Počet cyklů*Tloušťka	1335	9	148	0,562	0,826916
Zhuštění*Počet cyklů*Tloušťka	2939	9	327	1,238	0,274071
Chyba	50656	192	264	-	-



Graf 3: Vliv zhuštění na hodnoty pevnosti v ohybu

Graf 95% intervalů spolehlivosti (graf 4) znázorňuje účinek interakce třech sledovaných faktorů (počet cyklů namáhání, tloušťka materiálu a zhuštění) na pevnost v ohybu osikového dřeva. Na základě získaných výsledků je možné konstatovat, že interakce těchto faktorů nemá statisticky významný vliv na hodnoty ohybové pevnosti. Zkouškami tedy byly zjištěny rozdílné vlastnosti osikového a bukového dřeva při interakci výše zmíněných sledovaných faktorů různých tlouštěk. U bukového dřeva se na rozdíl od osiky, v důsledku výrazného vlivu rozdílné tloušťky materiálu, účinek projevil.

Závěr

Aplikací metody vrstvení materiálů na bázi dřeva a nedřevěných komponentů umíme upravovat materiály s důrazem na požadavky z hlediska praktického využití.

Způsobem výroby lamelových materiálů jsou ovlivňovány jeho mechanické a fyzikální vlastnosti. Materiály vyrobené touto metodou mají větší homogenitu než dřevo a tím získávají stejné vlastnosti v celém průřezu (délka, šířka, výška). Bylo zjištěno, že u rostlého dřeva účinkem cyklického namáhání pevnost dře-

va klesá, naproti tomu se pevnost u dřeva lamelového nemění. To znamená, že lamelování má vliv na životnost těchto materiálů a umíme ji touto technikou výrazně prodloužit.

Celkově je problematika tvorby vrstvitých materiálů neprozkoumána a je v ní velký potenciál a perspektiva globálnějšího využití. Ať už se například jedná o nábytkářský průmysl a tvorbu pružné nosné konstrukce sedacího nábytku přímo závislé na váze člověka nebo o návrh podlahových skladeb přesně daných mechanických vlastností.

Literatura

Böhm, M., Reisner, J., Bomba, J. (2012) Materiály na bázi deva. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra zpracování dřeva. str. 183. 978-80-213-2251-6

Blomberg, J., and Persson, B. (2007). "Swelling-pressure of semi-isostatically densified wood under different mechanical restraints", Wood Science and Technology 41(5), 401-415. DOI: 10.1007/s00226-006-0118-1

Blomberg, J., Persson, B., and Blomberg, A. (2005). "Effect of semi-isostatic densification of wood on the variation in strength properties in density", Wood Science and Technology 39(5), 339-350. DOI: 10.1007/s00226-005-0290-8

Fang, C.-H., Mariotti, N., Cloutier, A., Koubaa, A., and Blanchet, P. (2012). „Densification of wood veneers by compression combined with heat and steam“, European Journal of Wood and Wood Products 70(1-3), 155-163. DOI: 10.1007/s00107-011-0524-4

Gaff, M., and Gáborik, J. (2014). "Effect of cyclical cladding on the elasticity of beech solid and laminated wood," BioResources 9(3), 4288-4296. DOI: 10.15376/biores.9.3.4288-4296

Gaff, M., and Gašparík, M. (2015). „Influence of densification on bending strength of laminated beechwood“, BioResources 10(1), 1506-1518. DOI: 10.15376/biores.10.1.1506-1518

Giurgiu, M. Cismaru, I. (2011). „Comparative study on the mechanical behavior of glued laminated beams made of spruce, pine and douglas fir wood“ Pro Ligno; Sep 2011, Vol. 7 Issue 3, p18

Kamke, F.A. (2006). „Densified radiate pine for structural composites“, Maderas. Ciencia y Tecnología 8(2), 83-92. DOI: 10.4067/S0718-221X2006000200002

Král, P., Hrázský, J. (2005) Konstrukce a vlastnosti truhlářských překližovaných desek. Brno: Folia Universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis, 2005. 52 s. ISBN 80-7157-857-6

Laine, K., Rautkari, L., Hughes, M., and Kutnar, A. (2013). "Reducing the set-recovery of surface densified solid Scots pine wood by hydrothermal post-treatment", European Journal of Wood and Wood Products 71(1), 17-29. DOI: 10.1007/s00107-012-0647-2

Kurjatko, S., et al.: Parametre kvality dreva určujúce jeho finálne použitie / Stanislav Kurjatko et al.; rec. Ivan Makoviny, Štefan Šteller. - Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2010. - 352 s.: obr., tab. - APWV-0282-06. - ISBN 978-80-228-2095-0

Sviták, M., Barcik, Š., Ryspler, J. (2013) Application of Carbon Fibers on Wood Beams. Acta Facultatis Xylogiae Zvolene. S. 5 - 13. 55 (2). ISSN: 1336-3824

Zemiar, J., Zbončák, R., and Gaff, M. (2011). „Thickness changes of cyclical pressed veneer“. In: Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology No 76. Warsaw University of Life Sciences Press, Warsaw Poland, 218-222. ISSN 1898-5912

Graf 4: Účinek interakce sledovaných faktorů na pevnost v ohybu

