



VYBRANÉ VLASTNOSTI LAMELOVÉHO DREVA NA BÁZE ZHUSTENÝCH VRSTIEV

Jozef Gáborik

Abstract

Aspen is a fast growing tree. To use the wood it is necessary to know its original characteristics and also properties in the wood form of laminar - laminated timber. In our work we were focused on examining the mechanical properties of densified and laminated timber of aspen. We have investigated bending strength and modulus of elasticity of densified and laminated aspen wood glued with polyurethane adhesive. Laminated timber was composed from densified and non – densified layers.

Densified wood as well as laminated wood have better mechanical properties than non – densified wood.

Key words: *pressing, densified, degrees of compaction, laminated wood, bending strength, modulus of elasticity*

ÚVOD

Osikové drevo (*Populus tremuloides*) patrí k menej využívaným hospodárskym drevinám. Drevo osiky sa vyznačuje dlhšími vláknami, nižšou hustotou a zaujímavým bledým až bielym sfarbením. Jednou z možností rozšírenia jeho využitia je úprava jeho mechanických vlastností zvýšením hustoty. Zvýšením hustoty je možné zlepšiť jeho pevnostné vlastnosti, čo vytvorí podmienky pre jeho uplatnenie vo výrobe tvarovaného nábytku.

V našej práci sme sa zamerali na zmenu mechanických vlastností osikového dreva a to úpravou hustoty lisovaním a vrstvením, t. j. výrobou lamelového dreva.

Sledovali sme vplyv uvedených faktorov na pevnosť v ohybe a na modul pružnosti. Masívne drevo sme lisovali na tri stupne stlačenia. Pri lamelovom dreve sme kombinovali vrstvy zlisovaného a nezlisovaného dreva.

Neupravené a upravené drevo bolo pred skúškou v ohybe klimatizované na 12% vlhkosť.

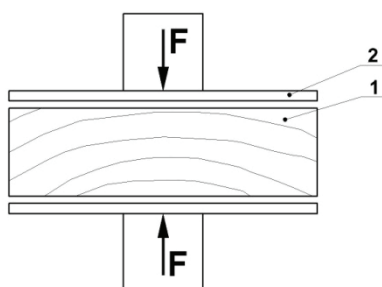
MATERIÁL A METODIKA

Pre sledovanie vybraných mechanických charakteristík (pevnosť v ohybe a modul pružnosti) osikového dreva sme pripravili tri základné súbory - neupravené masívne drevo,

upravené masívne drevo lisovaním a vrstvené – lamelové drevo. Porovnávaciu základňu pre lisované a vrstvené drevo bolo neupravené masívne drevo osiky.

Úprava lisovaním bola vykonaná v radiálnom smere na tri stupne stlačenia – 30, 40 a 50% z pôvodnej hrúbky. Lisovanie masívneho sme vykonali za studena, bez jeho následnej stabilizácie v lise (Obr. 1). Vlhkosť dreva pri lisovaní bola 16% a pred skúškou v ohybe sa upravila klimatizovaním na 12% vlhkosť.

Z dôvodu sledovania zmeny hustoty dreva jeho lisovaním sa zisťovala jej hodnota pred lisovaním a po lisovaní.



Legenda:

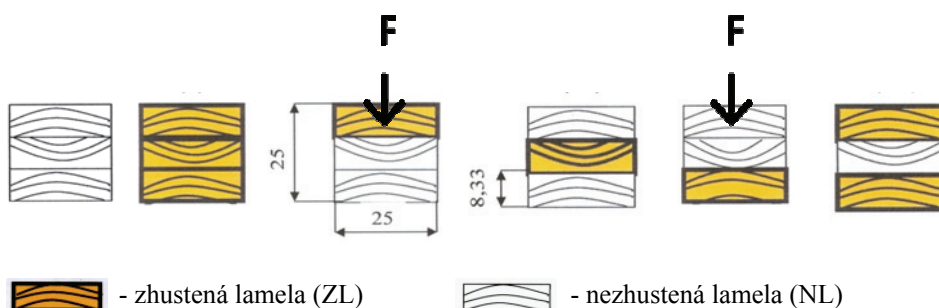
- F – smer lisovacej sily
- 1 – lisované drevo
- 2 – nevyhrievané lisovacie platne

Obr. 1 Lisovanie v radiálnom smere

Lamelové drevo bolo vytvorené z troch vrstiev v rôznych kombináciách zhusteného a nezhuseného dreva. Na sledovanie bolo pripravených šesť súborov - kombinácií lamelového dreva:

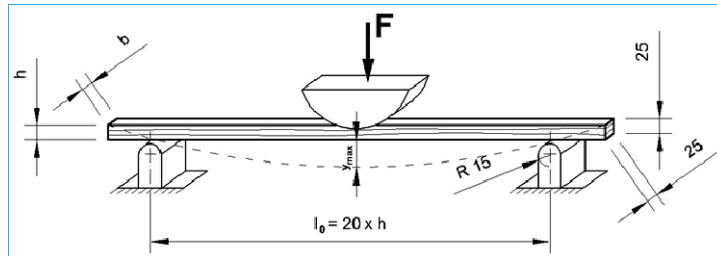
- všetky vrstvy z nelisovaného dreva (N)
- všetky vrstvy z lisovaného dreva (Z)
- lamelové drevo s jednou vrstvou z lisovaného dreva vo vrchnej, stredovej alebo spodnej vrstve (VL, SL, SPL)
- lamelové drevo s dvomi vrstvami z lisovaného dreva v krajných vrstvách (KL)

Spôsob vrstvenia je znázornený na obrázku 2. Jednotlivé vrstvy – lamely mali hrúbku 8,33 mm a boli zlepené lepidlom Jowat Power PUR 687.40 za studena v jednoetážovom lise.



Obr. 2 Kombinácie trojvrstvého lamelového dreva osiky

Rozmery skúšobných telies pre skúšku v ohybe boli 25 x 25 x 550 mm. Ohybovú skúšku sme vykonali so zaťažením v strede telesa podľa podmienok znázornených na obrázku 3.



Obr. 3 Ohybová skúška so zaťažením v strede skúšobného telesa

Z ohybovej skúšky sme zistili príslušné hodnoty pre výpočet medze pevnosti a modulu pružnosti podľa vzťahov 1 a 2:

– pevnosť v ohybe:

$$\sigma_{oh} = \frac{3 \cdot F_{max} \cdot l_0}{2 \cdot b \cdot h^2} \quad [\text{MPa}] \quad (1)$$

kde: F_{max} – sila pri porušení skúšobného telesa [MPa],
 l_0 – vzdialenosť podpier – $l_0 = 20 \cdot h$ [mm],
 b – šírka skúšobného telesa [mm],
 h – hrúbka skúšobného telesa [mm]

– modul pružnosti:

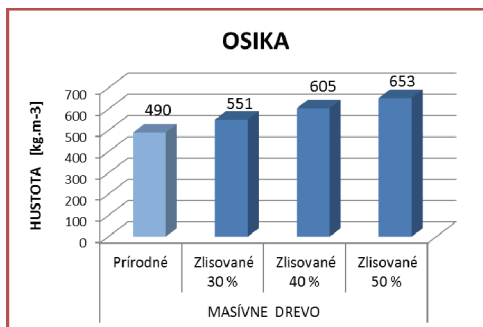
$$E_{oh} = \frac{(F_{40} - F_{10}) \cdot l_0^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot (y_{40} - y_{10})} \quad [\text{MPa}] \quad (2)$$

kde: F_{40} – 40% z maximálnej sily [N],
 F_{10} – 10% z maximálnej sily [N],
 y_{40} – priehyb odpovedajúci sile F_{40} [mm],
 y_{10} – priehyb odpovedajúci sile F_{10} [mm],

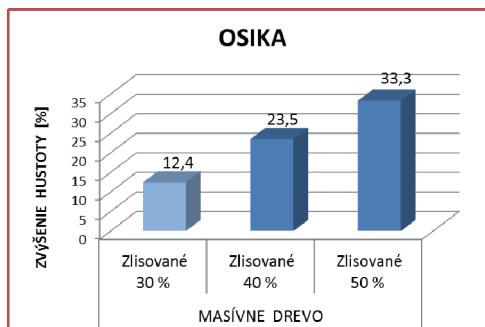
VÝSLEDKY

Mechanicou úpravou masívneho dreva osiky zlisovaním v radiálnom smere pri troch stupňoch stlačenia a vlhkosti 16% sa potvrdil nárast hustoty dreva. So zvyšujúcim sa stupňom stlačenia masívneho dreva osiky hustota narastá. V porovnaní s hustotou nezlisovaného dreva osiky, ktorej hodnota bola $\rho_{12} = 490 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, bol pri prvom stupni

zlisovania (30 %) nárast hustoty o 12,4 %, pri druhom stupni zlisovania (40 %) bol nárast hustoty o 23,5 % a tretom stupni zlisovania (50 %) bol nárast hustoty až o 33,3 % a hustota dosiahla hodnotu $\rho_{12} = 653 \text{ kg.m}^{-3}$ (Obr. 3 a 4, Tab. 1).



Obr. 3 Hustota masívneho dreva osiky a zlisovaného na rôzne stupne zlisovania pri vlhkosti $w = 12 \%$



Obr. 4 Zvýšenie hustoty masívneho prírodného dreva osiky zlisovaného na rôzne stupne zlisovania pri vlhkosti $w = 12 \%$

Zmenu hustoty po zlisovaní je potrebné hodnotiť s ohľadom na to aká je jej vstupná hodnota, ktorá je u osiky značne variabilná. Pohybovala sa v rozmedzí $\rho_o = 463 \div 526 \text{ kg.m}^{-3}$. Autori uvádzajú rôzne hodnoty hustôt napr. Požgaj a kol. uvádza hodnotu $\rho_o = 350 \div 400 \text{ kg.m}^{-3}$, $\rho_o = 400 \text{ kg.m}^{-3}$ (Regináč, 1990), $\rho_o = 430 \text{ kg.m}^{-3}$ (Dubovský, 1997), $\rho_o = 482 \text{ kg.m}^{-3}$ (Fellner a kol., 2007), $\rho_{12} = 390 \text{ kg.m}^{-3}$ (Wood handbook 1990).

Zlisovaním sa menila nielen hustota, ale aj mechanické vlastnosti osikového dreva. Pevnosť v ohybe kolmo na vlákna v radiálnom smere pri masívnom dreve sa zvyšovala s narastajúcim stupňom stlačenia. Pri neupravenom dreve sme dosiahli hodnotu pevnosti $\sigma_{12} = 84,5 \text{ MPa}$. Výraznejšie sa pevnosť zvyšovala do 40% stlačenia, kde zvýšenie bolo o 23,3%. Zvýšením stupňa zlisovania na 50% bol nárast o 24% a pevnosť dosiahla hodnotu $\sigma_{12} = 104,7 \text{ MPa}$. Vzhľadom k tomu, že pevnosť v tomto prípade vzrástla oproti 40% stlačeniu len 0,7%, môžeme predpokladať, že v tomto prípade už dochádza k určitému poškodeniu v štruktúre dreva, čo sa prejavilo v malom zvýšení jeho pevnosti (Tab. 1).

V prípade modulu pružnosti sa zlisovanie dreva výraznejšie neprejavilo. Najvyššie zvýšenie sa dosiahlo pri 40% zlisovaní a to o 3,5% oproti nelisovanému drevu. Pri 50% zlisovaní došlo už k zníženiu o 8%.

Trojvrstvové lamelové drevo osiky dosahuje vyššie hodnoty pevnosti v ohybe ako masívne drevo o 9 ÷ 23%. Z pohľadu kombinácie vrstiev najlepšie výsledky sa dosiahli pri lamelovom dreve s jednou lisovanou vrstvou v hornej polohe – typ VL 50%. Pevnosť sa zvýšila o 23% na hodnotu $\sigma_{12} = 103,7 \text{ MPa}$ a modul pružnosti o 4% na $E_{oh} = 9 693 \text{ MPa}$. Kombináciou dvoch zlisovaných vrstiev – typ KL 40% sa pevnosť zvýšila o 21% a kombináciou troch – typ Z 50% sa zvýšila o 18%.

Tab. 1 Sledované vlastnosti masívneho a lamelového dreva osiky – w =12%

Materiál	Úprava / Vrstvenie	Hustota ρ_{12} [kg.m ⁻³]	Pevnosť v ohybe σ_{oh} [MPa]	Modul pružnosti v ohybe E_{oh} [MPa]
MASÍVNE DREVO	Nelisované	489,7	84,45	9323,5
	Zlisované - 30%	550,46	103,23	9006,6
	- 40%	604,61	104,12	9647,5
	- 50%	652,72	104,7	8558,5
LAMELA - N	Nelisované	498,5	91,91	8589,6
LAMELA - Z	Zlisované - 30%	586,99	97,89	7552
	- 40%	595,64	81,97	9267
	- 50%	678,17	99,7	7315,2
LAMELA - SPL	NL-NL-ZL - 30%	521,02	91,08	8100,1
	- 40%	549,48	93,18	7179
	- 50%	563,85	86,95	8276,1
LAMELA - VL	ZL-NL-NL - 30%	533,12	97,98	8232,2
	- 40%	530,96	92,75	9190,6
	- 50%	556,13	103,65	9692,9
LAMELA - SL	NL-ZL-NL - 30%	514,79	87,38	8353,8
	- 40%	529,57	92,63	7906,1
	- 50%	554,03	94,99	7563,6
LAMELA - KL	ZL-NL-ZL - 30%	555,08	99,88	7379,2
	- 40%	570,95	102,12	9043,8
	- 50%	610,9	98	6490,6

ZÁVER

Modifikáciou osikového dreva lisovaním je možné do určitej miery meniť jeho vlastnosti. Lisovaním sa zvyšuje jeho hustota a menia sa aj mechanické vlastnosti. Bez problémov je možné zlisovať osiku na 40% z pôvodnej hrúbky. Ziskáme vyššiu hustotu aj pevnosť v ohybe o 23%. Zvýšenie stupňa zlisovania až na 50% je možné, ale zlepšenie mechanických vlastností už nie je také výrazné – len o 1% oproti zlisovaniu na 40%.

Ďalšou možnosťou zlepšenia mechanických vlastností dreva je jeho vrstvenie. Pri trojvrstvovom lamelovom dreve osiky sme dosiahli zvýšenie mechanických vlastností o 9 ÷ 23% oproti masívnemu drevu. Z hľadiska zlepšenia pevnosti sa ako najvhodnejší preukázal typ KL s dvomi vonkajšími – krajnými zlisovanými vrstvami, kde sa v priemere zvýšila pevnosť v ohybe 18,5% oproti masívnemu drevu. Vrstvenie s jednou zlisovanou vrstvou na konkávnej strane – typ VL prinieslo zlepšenie o 16% a všetky tri zlisované vrstvy len 15% zvýšenie oproti masívnemu drevu. Z výsledkov vyplýva že, kombinácia vrstiev zo zlisovaného a nelisovaného dreva umožňuje v určitom rozsahu variovať vlastnosti lamelového osikového dreva. Smerovanie lamiel môže byť buď do oblasti pevnejších alebo pružnejších materiálov.

Sledovaná problematika je súčasťou riešenia grantovej úlohy VEGA č. 1/0581/12.

LITERATÚRA

- DUBOVSKÝ, J. - BABIAK, M. - ČUNDERLÍK, I. : 1998. Textúra, štruktúra a úžitkové vlastnosti dreva - návody na cvičenia. II. Technická univerzita vo Zvolene, 106 s. ISBN 80-228-0776-1.
- FELLNER, J.- TEISCHINGER, A. – ZSCHOKKE, W. : 2007. Spektrum dřevín - vyobrazení, popis a srovnávací údaje. Viedeň: proHolz Austria, 111s. ISBN 978-3-902320-44-5.
- GAFF, M. – MACEK, Š. – ZEMIAR, J.: 2010. Model analysis of laminar materials stressed by bending . In.: Annals of Warsaw University of Life Sciences. Forestry and Wood Technology. - Warszawa : Warsaw University of Life Sciences Press, No. 71. p. 187-193. ISSN 1898-5912.
- GAFF, M. – PROKEIN, L.: 2011. The influence of selected factors on coefficient of bendability. In.: Annals of Warsaw University of Life Sciences. Forestry and Wood Technology. - Warszawa : Warsaw University of Life Sciences Press, No. 74. p. 78-81. ISSN 1898-5912
- POŽGAJ, A. a kol. : 1997. Štruktúra a vlastnosti dreva. Príroda a.s., Bratislava. 485 s. ISBN 80-07-00960-4.
- RAUČINA, M.: 2000. Tvárnosť modifikovaného lamelového osikového dreva. Diplomová práca. TU Zvolen. 85 s.
- REGINÁČ, L. a kol. : 1990. Náuka o dreve II. VŠLD - ES, Zvolen, 424 s. ISBN 80-228-0062-7.
- WOOD HANDBOOK: 1990. Wood as an Engineering Material. Forest Products Laboratory. General Technical Report FPL - GRT 113, U.S. Department of Agriculture, Forest service, 463 s.