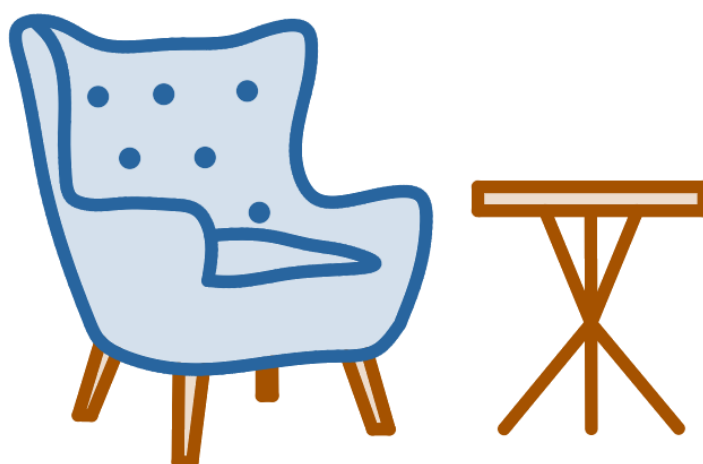


TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE
DREVÁRSKA FAKULTA



Zborník príspevkov
z medzinárodného vedecko-odborného seminára



NÁBYTOK A VÝROBKY
Z DREVA 2022

24. november, 2022

NÁBYTOK A VÝROBKY Z DREVA 2022

Medzinárodný vedecko-odborný seminár

Recenzenti: prof. Ing. Ján Sedliačik, PhD.
doc. Ing. Pavol Joščák, CSc.

Editor: doc. Ing. Nadežda Langová, PhD.

Rozsah: 70 strán, 3,35 AH 3,50 VH

Vydanie: I. – november 2022

Tlač: Vydavateľstvo TU Zvolen

Vydavateľ: Technická univerzita vo Zvolene

Za obsah príspevkov zodpovedajú autori a recenzenti. Rukopis neprešiel jazykovou úpravou.

Určené pre účastníkov medzinárodného vedecko-odborného semináru „Nábytok a výrobky z dreva 2022“, ktorý sa konal 24. novembra 2022. Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-18-0378 a projektom VEGA 1/0264/22

© Technická univerzita vo Zvolene

ISBN 978-80-228-3341-7

Všetky práva vyhradené. Nijaká časť textu ani ilustrácie nemôžu byť použité na ďalšie šírenie akoukoľvek formou bez predchádzajúceho súhlasu autorov alebo vydavateľa.

Podujatie je organizované s podporou:



OBSAH

Gabriela Slabejová, Denis Mikuláš: FAREBNÁ STABILITA TRANSPARENTNÝCH POVRCHOVÝCH ÚPRAV NA JAVOROVOM A BREZOVOM DREVE TERMICKY UPRAVENOM.....	4
Gabriela Slabejová, Mária Šmidriaková: VPLYV LESKU NA MECHANICKÉ VLASTNOSTI PIGMENTOVANEJ POVRCHOVEJ ÚPRAVY	13
Ladislav Dzurenda: FAREBNÉ ODTIENE DREVA DREVINY <i>Alnus Glutinosa</i> NADOBUDNUTÉ PROCESOM PARENIA SÝTOU VODNOU PAROU	22
Michal Dudiak: ACIDITA (pH) NEPRÁVÉHO JADRA A BELE BUKOVÉHO DREVA PRED A PO PROCESSE SUŠENIA.....	29
Jozef Fekiač, Jozef Gáborík: VLASTNOSTI OPLÁŠŤOVANÝCH PREGLEJOK VYĽAHČENÝCH LASEROVOU TECHNOLOGIOU	34
Jozef Gáborík, Jozef Fekiač, Anna Vilhanová, Marek Vojtkuliak, Patrik Halčín: VYBRANÉ VLASTNOSTI VYĽAHČENEJ BUKOVEJ PREGLEJKY	42
Anna Vilhanová, Nadežda Langová: VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV NA ÚČINNOSŤ ŠITÝCH SPOJOV ČALÚNNICKEJ TEXTÍLIE	48
Zuzana Vidholdová, Ladislav Reinprecht, Ján Iždinský: VLASTNOSTI DREVOTRIESKOVÝCH DOSIEK PRE NÁBYTOK VYROBENÝCH Z RÔZNYCH DREVNÝCH RECYKLÁTOV.....	54
Denisa Lizoňová: PRÍRODNÉ GEOMETRICKÉ INŠPIRAČNÉ ZDROJE VYUŽÍVANÉ PRI NAVRHOVANÍ NÁBYTKU.....	62



FAREBNÁ STABILITA TRANSPARENTNÝCH POVRCHOVÝCH ÚPRAV NA JAVOROVOM A BREZOVOM DREVE TERMICKY UPRAVENOM

Gabriela Slabejová, Denis Mikuláš

Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra nábytku a drevárskych výrobkov

Abstrakt:

Farebná stabilita transparentných povrchových úprav na javorovom a brezovom dreve termicky upravenom. Predložený článok hodnotí rozdiely vo farbe javorového a brezového dreva, ako aj termicky upraveného dreva, po povrchovej úprave a následne po vystavení prirodzenému slnečnému žiareniu v interiéri za okenným sklom. Drevo bolo termicky upravené dvomi režimami a povrchovo bolo upravené transparentnými náterovými látkami. Na povrchovú úpravu boli použité nasledovné druhy náterových látok: akrylát-polyuretánová disperzia na vodnej báze, syntetická polyakrylátovo-alkydová a voskovo-olejová. Povrch javora bez termickej úpravy s povrchovou úpravou aj bez, po pôsobení svetla v interiéri tmavol. Svetlosť na povrchu termicky upraveného dreva režimom s nižšou teplotou bez povrchovej úpravy po celých 60 dní postupne klesala, teda povrch postupne tmavol. Na povrchoch termicky upravených vyššou teplotou svetlosť rástla, teda povrch bledol. Svetlosť počas pôsobenia slnečného žiarenia za okenným sklom na povrch brezového dreva bez termickej úpravy klesala, teda všetky povrchy tmavli. Povrchové úpravy na termicky upravenom brezovom dreve s vyššou teplotou pôsobením prirodzeného svetla v interiéri bledli.

Kľúčové slová: javorové drevo, brezové drevo, termická úprava dreva, transparentné náterové látky, farebná stabilita

ÚVOD

Termicky upravené drevo sa bežne používa na výrobu podláh a obkladov do exteriéru, ale aj interiéru. Termickou úpravou dosahuje drevo iné atraktívne sfarbenie, ktoré je potrebné zachovať. Určitou ochranou farby dreva a termicky upraveného dreva je transparentný náter (Vidholdová a kol., 2019). Transparentný náter je určený na zvýšenie svetelnej stability povrchu dreva a zároveň nezakrýva štruktúru dreva. Z praxe, ale môžeme konštatovať, že transparentné nátery tiež menia farbu dreva. Zmena farby povrchu dreva po nanosení transparentného náterového materiálu je interakciou farby náterového filmu s farbou povrchu dreva. Zároveň sa farba povrchu dreva s náterovým filmom mení aj vplyvom pôsobenia slnečného žiarenia. Zmena farby povrchovej úpravy je interakciou zmeny farby dreva a samotného náterového filmu. Vo všeobecnosti je známe, že náterové filmy vplyvom svetla žltnú.

Vplyvom transparentnej úpravy na zvýraznenie estetických vlastností koreňových textúr sa zaoberali Reinprecht, Vidholdová (2011). Farebnú stálosť dreva vystaveného termickému spracovaniu hodnotili Kučerová a kol. (2019); Lee a kol. (2018); Sandberg a kol. (2017). Dzurenda, Dudiak (2020) určili vplyv teploty nasýtenej vodnej pary na farbu dreva *Acer pseudoplatanus* L. Dzurenda a kol. (2020) stanovili vplyv UV žiarenia na stálosť farby prírodného a tepelne upraveného javorového dreva.



V experimente sa sledovala vizuálna zmena farby na základe svetlosti, na povrchu javorového a brezového dreva a termicky upraveného dreva po nanosení troch druhov transparentných povrchových úprav (akrylát-polyuretánovej disperzie na vodnej báze, syntetickej polyakrálátovo-alkydovej a voskovo-olejovej) a vystavení prirodzenému slnečnému žiareniu v interiéri za okenným sklom po 30 a 60 dňoch.

MATERIÁL A METODIKA PRÁCE

V experimente bol ako podkladový materiál použité drevo z Javora horského (*Acer pseudoplatanus L.*) a Brezy bielej (*Betula alba L.*). Skúšobné telesá o rozmeroch 250 x 80 x 10 mm boli pripravené z termicky upraveného a neupraveného dreva bez chýb. Termická úprava bola vykonaná v tlakovej autokláve APDZ 240, ktorá sa nachádza v spoločnosti Sundermann s.r.o v Banskej Štiavnici.

Parametre termických úprav sú nasledovné:

- režim I: teplota nasýtenej vodnej pary 105°C, čas 6 hodín,
- režim III: teplota nasýtenej vodnej pary 135°C, čas 6 hodín.

V experimentálnej časti boli hodnotené tri transparentné povrchové úpravy: akrylát-polyuretánová disperzia na vodnej báze, syntetická polyakrálátovo-alkydová a voskovo-olejová. Na vytvorenie týchto povrchových úprav boli vybrané nasledovné reprezentatívne náterové látky od firmy Remmers:

1. **povrchová úprava akrylát-polyuretánová disperzia na vodnej báze (Aqua)** – Lak Aqua TL-412-TREPPENLACK (2 nátery) - je uzatvárací lak bohatý na pevné častice. Filmotvornú zložku tvoria akrylát /PU disperzia. Vhodný je na použitie do interiéru kde sa dá aplikovať ako základný aj ako konečný náter. Vhodný podkladový materiál je masívne drevo alebo dyha. Vyznačuje sa výbornou plnivosťou, odolnosťou proti poškrabaniu a krátkou dobou vytvrdzovania. Spotreba je 130ml/m².

2. **syntetická polyakrálátovo-alkydová povrchová úprava (Pur)** – Pur SL-212-SCHICHTLACK (2 nátery) - je vrstvomý lak, ktorého filmotvornú zložku tvoria polyakrálátové živice a alkydové živice. Odporúča sa na povrchovú úpravu v interiéri. Vyznačuje sa veľmi dobrou odolnosťou proti poškrabaniu a oderu, vzhľadom k týmto vlastnostiam je vhodný aj na viac namáhané plochy ako napr. stolové pracovné dosky, kuchynské dosky. Spotreba je 100ml/m².

3. **voskovo-olejová povrchová úprava (HWS)** – HWS-112-HARDWOSH-SIEGEL (2 nátery) - je voskový lak, ktorého filmotvornú zložku tvorí zmes olejov a voskov. Tento olejový produkt je vhodný na povrchovú úpravu nábytku a drevných konštrukcií v interiéri. Odporúča sa aplikovať na masívne drevo, je vhodný na povrchovú úpravu schodov vďaka jeho výborným vlastnostiam proti sklzu. Spotreba 70 ml/m².

Prvé vizuálne hodnotenie farby sa uskutočnilo na všetkých vzorkách po nanosení náterových látok a následne po vystavení prirodzenému slnečnému žiareniu v interiéri za okenným sklom po 30 a 60 dňoch. Zároveň sa namodelovala farba povrchu v sústave RGB.



VÝSLEDKY A DISKUSIA

Reálnu zmenu farby javorového a brezového dreva môžeme vidieť na obr. 1 - 6. Prvé zľava sú plochy pred vystavením povrchových úprav prirodzenému slnečnému žiareniu (0 dní) a po 30 a 60 dňoch pôsobenia prirodzeného slnečného žiarenia v interiéri. Spolu so skenovanými povrchmi je možné nad nimi vidieť aj namodelovanú farbu v sústave RGB. Z obr. 1 – 6 vidíme, že všetky povrchy dreva aj termicky upraveného dreva vplyvom vytvorenia transparentných povrchových úprav stmavli.

	0 dní	30 dní	60 dní
JV N -bez PU			
JV N -Aqua			
JV N -Pur			
JV N -HWS			

Obrázok 1 Povrchy javorového dreva bez termickej úpravy s povrchovou úpravou aj bez, počas expozície 30 a 60 dní. (Poznámka: JV – javor, N – bez termickej úpravy, bez PU – bez povrchovej úpravy.)

Reálnu zmenu farby javorového dreva termicky upraveného režimom I, môžeme vidieť na obr. 2.

	0 dní	30 dní	60 dní
JV I- bez PU			
JV I -Aqua			
JV I -Pur			



Obrázok 2 Povrchy javorového dreva termicky upraveného režimom I s povrchovou úpravou aj bez, počas expozície 30 a 60 dní. (Poznámka: JV – javor, bez PU – bez povrchovej úpravy.)

Reálnu zmenu farby javorového dreva termicky upraveného režimom III, môžeme vidieť na obr. 2.

	0 dní	30 dní	60 dní
JV III-bez PU			
JV III -Aqua			
JV III -Pur			
JV III -HWS			

Obrázok 3 Povrchy javorového dreva termicky upraveného režimom III s povrchovou úpravou aj bez, počas expozície 30 a 60 dní. (Poznámka: JV – javor, bez PU – bez povrchovej úpravy.)

Reálnu zmenu farby brezového dreva bez termickej úpravy môžeme vidieť na obr. 4.

	0 dní	30 dní	60 dní
BR N- bez PU			
BR N B-Aqua			



Obrázok 4 Povrchy brezového dreva bez termickej úpravy s povrchovou úpravou aj bez, počas expozície 30 a 60 dní. (Poznámka: BR – breza, N – bez termickej úpravy, bez PU – bez povrchovej úpravy.)

Na obr. 1 vidíme, že svetlosť na všetkých povrchoch javorového dreva bez termickej úpravy a s povrchovou úpravou aj bez, postupne klesala, teda povrchy tmavli. Najväčšia zmena svetlosti po 60 dňoch pôsobenia prirodzeného slnečného žiarenia za okenným sklom bola na syntetickej polyakrylátovo-alkydovej povrchovej úprave a najmenšia na povrchoch bez povrchovej úpravy.

Na obr. 2 vidíme, že svetlosť na povrchoch javorového dreva s termickou úpravou I, na ktoré bola nanosená voskovo-olejová povrchová úprava a akrylát-polyuretánová disperzia na vodnej báze, prvých 30 dní mierne stúpala, to znamená povrchy bledli. Po 30 dňoch svetlosť začala mierne klesať, teda povrchy tmavli. Svetlosť na povrchu termicky upraveného dreva bez povrchovej úpravy po celých 60 dní postupne klesala, teda povrch postupne tmavol.

Na obr. 3 vidíme, že svetlosť na všetkých povrchoch postupne stúpala, povrchy bledli. Najväčšia zmena svetlosti po 60 dňoch pôsobenia slnečného žiarenia v interieri za okenným sklom nastala na syntetickej polyakrylátovo-alkydovej povrchovej úprave. Najmenšia zmena svetlosti nastala na povrchu, na ktorý nebola aplikovaná povrchová úprava.

Na obr. 4 vidíme, že svetlosť počas pôsobenia slnečného žiarenia za okenným sklom na povrch brezového dreva bez termickej úpravy klesala, teda všetky povrchy tmavli. Povrch s povrchovou úpravou akrylát-polyuretánovou disperziou na vodnej báze mal najväčšiu zmenu svetlosti prvých 30 dní, neskôr už bol priebeh iba mierny. Povrch so syntetickou polyakrylátovo-alkydovou povrchovou úpravou mal v prvých dňoch expozície zápornú zmenu svetlosti, neskôr zostal nezmenený. Na povrchu bez povrchovej úpravy a s voskovo-olejovou povrchovou úpravou svetlosť postupne klesala počas celých 60 dní.

Reálnu zmenu farby brezového dreva termicky upraveného režimom I, môžeme vidieť na obr. 5.



	0 dní	30 dní	60 dní
BR I -bez PU			
BR 1B- Aqua			
BR 1B -Pur			
BR 1B-HWS			

Obrázok 5 Povrchy brezového dreva termicky upraveného režimom I s povrchovou úpravou aj bez, počas expozície 30 a 60 dní. (Poznámka: BR – breza, bez PU – bez povrchovej úpravy.)

Na obr. 5 vidíme, že na syntetickej polyakrylátovo-alkydovej povrchovej úprave na termicky upravenom režimom I brezovom dreve bola svetlosť stále rastúca, teda povrch bledol. Na voskovo-olejovej povrchovej úprave svetlosť prvých 30 dní rástla, teda povrch bledol a potom zostala až do 60 dňa nezmenená. Povrchová úprava akrylát-polyuretánová disperzia na vodnej báze do 30 dní bledla a potom sa už nemenila. Povrch bez povrchovej úpravy do 30 dní mierne zbledol, ale po 30 dňoch znovu tmaval.

Reálnu zmenu farby brezového dreva termicky upraveného režimom III, môžeme vidieť na obr. 6.

	0 dní	30 dní	60 dní
BR III- bez PU			
BR III- Aqua			



Obrázok 6 Povrchy brezového dreva termicky upraveného režimom III s povrchovou úpravou aj bez, počas expozície 30 a 60 dní. (Poznámka: BR – breza, bez PU – bez povrchovej úpravy.)

Na obr. 6 vidíme, že svetlosť na všetkých povrchoch počas 60 dní vystavenia prirodzenému slnečnému žiareniu za okenným sklom stúpala, teda povrchy bledli. Najväčšie zosvetlenie nastalo na voskovo-olejovej povrchovej úprave.

Z experimentálnych výsledkov môžeme konštatovať že, druh transparentnej povrchovej úpravy má vplyv na zmenu farby povrchu javorového aj brezového dreva s náterovým filmom. Po nanosení náterových látok všetky povrchy stmavli. Rovnaké závery sa dosiahli v práci Slabejová, Šmidriaková (2020), kde bol sledovaný vplyv transparentnej povrchovej úpravy na farbu termicky upraveného a termicky neupraveného javorového dreva.

Najväčšia zmena svetlosti bola po nanosení olejovo-voskovej povrchovej úpravy a najmenšia po nanosení povrchovej úpravy akrylát-polyuretánovej disperzie na vodnej báze. Rozdielne farebné diferencie na povrchoch s rôznymi druhmi povrchových úprav potvrdzuje aj práca Scrinzi a kol. (2011). Počas pôsobenia slnečného žiarenia v interiéri sa farba menila na všetkých povrchoch dreva aj termicky upraveného dreva, čo tvrdia vo svojich prácach Kúdela a kol. (2020), Dzurenda a kol. (2020), Liu a kol. (2016) Saha a kol. (2013). Saha a kol. (2013) vo svojej práci poukázal na to, že na termicky upravenom dreve nastali najväčšie farebné zmeny na povrchoch bez povrchovej úpravy.

Kúdela a kol. (2020) uviedli vo svojej práci, že vplyv UV žiarenia na farbu dreva pri urýchlenom starnutí v interiérových podmienkach na povrchoch, na ktoré bola aplikovaná povrchová úprava bez UV absorbéra je veľký. Rovnako aj v našej práci boli použité náterové látky, ktoré neobsahovali UV absorbér a nastali tam veľké zmeny svetlosti a farby, pozorovateľné už voľným okom.

ZÁVER

V predloženej práci bola hodnotená stabilita farby na základe posúdenia svetlosti vizuálne voľným okom. Hodnotili sa povrchy termicky upraveného a neupraveného javorového a brezového dreva s transparentnými povrchovými úpravami. Zmena farby povrchov bola posudzovaná po vytvorení povrchových úprav a v priebehu pôsobenia slnečného žiarenia v interiéri za okenným sklom po dobu 30 a 60 dní. Z výsledkov môžeme konštatovať, že všetky povrchy po nanosení rôznych druhov transparentných náterových látok



zmenili svetlosť a teda aj farbu. Zmena svetlosti povrchov s povrchovými úpravami bola viditeľná aj voľným okom. Na základe výsledkov farebnej stability povrchových úprav po 60 dňoch pôsobenia prirodzeného svetla v interiéri za okenným sklom, môžeme konštatovať:

- Na javorovom dreve termicky neupravenom dochádzalo po pôsobení slnečného žiarenia k najmenšej zmene svetlosti, teda aj farby na povrchovej úprave akrylát-polyuretánovej disperzii na vodnej báze.
- Na javorovom dreve termicky upravenom pri teplote 105 °C dochádzalo po pôsobení slnečného žiarenia k najmenšej zmene svetlosti, teda aj farby na syntetickej polyakrylátovo-alkydovej povrchovej úprave.
- Na javorovom dreve termicky upravenom pri teplote 135 °C dochádzalo po pôsobení slnečného žiarenia k najmenšej zmene svetlosti, teda aj farby na syntetickej polyakrylátovo-alkydovej povrchovej úprave.
- Na brezovom dreve termicky neupravenom dochádzalo po pôsobení slnečného žiarenia k najmenšej zmene svetlosti, teda aj farby na povrchovej úprave akrylát-polyuretánovej disperzii na vodnej báze.
- Na brezovom dreve termicky upravenom pri teplote 105 °C dochádzalo po pôsobení slnečného žiarenia k najmenšej zmene svetlosti, teda aj farby na syntetickej polyakrylátovo-alkydovej povrchovej úprave.
- Na brezovom dreve termicky upravenom pri teplote 135 °C dochádzalo po pôsobení slnečného žiarenia k najmenšej zmene svetlosti, teda aj farby na povrchu bez povrchovej úpravy.

LITERATÚRA

- DZURENDA, L., DUDIÁK, M. 2020. The Effect of the Temperature of Saturated Water Steam on the Colour Change of Wood Acer Pseudoplatanus L. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 62(1): 19–28, 2020
- DZURENDA, L., DUDIÁK, M., BANSKI, A., 2020. Influence of UV radiation on color stability of natural and thermally treated maple wood with saturated water stream. *Innovations in woodworking and engineering desing: international scientific journal*. 2020,9, 36-41. ISSN 1314-6149.
- KUČEROVÁ V.; LAGAÑA R.; HÝROŠOVÁ T. 2019. Changes in chemical and optical properties of silver fir (*Abies alba* L.) wood due to thermal treatment. *J Wood Sci*, 65: 21. <https://doi.org/10.1186/s10086-019-1800-x>
- KÚDELA, J., SIKORA, A., SVOCÁK, J., 2020. Colour stability of spruce wood surface coated with a polyurethane lacquer without and with a UVabsorber admixture. In XIII. Konferencie pigmenty a pojiva: sborník/conference proceedings. Pardubice: Chemagazín, 2020, s. 28-30. ISBN 978-80-906269-5-9 .APVV-16-0177.
- LEE S.H.; ASHAARI Z.; LUM W.C.; HALIP J.A.; ANG A.F.; TAN L.P.; CHIN K.L.; TAHIR P.M. 2018. Thermal treatment of wood using vegetable oils: A review. *Constr Build Mater*, 181, 408–419. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.058>
- LIU, R., PANG, X., YANG, Z. 2016. Measurement of three wood materials against weathering during long natural sunlight exposure. [online]. 2016, Dostupné na internete.: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263224117300441?via%3Dihub>
- REINPRECHT L.; VIDHOLDOVÁ Z. 2011. *Thermowood*. Šmíra – Print, s.r.o.: Ostrava, Czech Republic; 89 p.
- SAHA, S., KOCAEFE, D., BOLUK, Y., PICHETTE, A. 2013. Surface degradation of CeO₂ stabilized acyl polyurethane coated thermally treated jack pine during accelerated weathering. University of Alberta, Department of Civil and Environmental Engineering, 2013.



SANDBERG D.; KUTNAR A.; MANTANIS G. 2017. Wood modification technologies-a review. IForest, 10, 895–908. <https://doi.org/10.3832/ifor2380-010>

SCRINZI, E., ROSSI, S., DEFLORIAN, F., ZANELLA, C. 2011. Evaluation of esthetic durability of waterborne polyurethane coatings applied on wood for interior application. Progress in Organic Coatings [online], 2011, 72(1–2): 81–87.

SLABEJOVÁ, G., ŠMIDRIAKOVÁ, M., 2020. Colour of thermally modified wood finished with transparent coatings. IN Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2020: vedecký časopis. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2020. s97-102.

VIDHOLDOVÁ Z.; SANDAK A.; SANDAK, J. 2019. Assessment of the chemical change in heat treated pine wood by Near infrared spectroscopy Acta Fac Xylogiae Zvolen, 61, 31–42. <https://doi.org/10.17423/afx.2019.61.1.03>

PodĎakovanie:

Autori vyjadrujú poďakovanie Agentúre pre podporu výskumu a vývoja SR, projekt č. APVV-17-0456.

Adresa:

Ing. Gabriela Slabejová, PhD.; Ing. Denis Mikuláš
Technická univerzita vo Zvolene
Drevárska fakulta, Katedra nábytku a drevárskych výrobkov
T.G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen
e-mail: slabejova@tuzvo.sk



VPLYV LESKU NA MECHANICKÉ VLASTNOSTI PIGMENTOVANEJ POVRCHOVEJ ÚPRAVY

Gabriela Slabejová, Mária Šmidriaková

Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra nábytku a drevárskych výrobkov

Abstrakt:

Vplyv lesku na mechanické vlastnosti pigmentovanej povrchovej úpravy. Predložený článok sa zaoberá mechanickými vlastnosťami pigmentovanej povrchovej úpravy do interiéru, vhodnej na dielce opracované CNC frézovaním. Pigmentovaná povrchová úprava je vytvorená základnou polyesterovou náterovou látkou a vrchnou polyuretánovou náterovou látkou. Jeden typ povrchovej úpravy je lesklý a druhý matný. Každý typ povrchovej úpravy má dve rozdielne hrúbky náterového filmu. Hrúbka náterového filmu sa odlišuje v počte náterov vrchnej náterovej látky. V prvom prípade sú 2 nátery vrchnej náterovej látky, v druhom prípade len 1 náter. Na povrchových úpravách bola hodnotená tvrdosť náterového filmu, odolnosť proti úderu a oderu. Matné povrchové úpravy dosahovali väčšiu povrchovú tvrdosť náterového filmu, ale menšiu odolnosť proti oderu a úderu. Počet náterov neovplyvnil povrchovú tvrdosť. Dva nátery vrchnej náterovej látky na lesklej povrchovej úprave zvýšili odolnosť proti úderu, oproti povrchovej úprave s jedným vrchným náterom.

Kľúčové slová: pigmentovaná povrchová úprava, povrchová tvrdosť, úder, oder, lesk

ÚVOD

Interiérová pigmentovaná povrchová úprava pokrýva podklad a dodáva farebný dekoratívny vzhľad výrobku. V súčasnosti sa používa na kuchynský nábytok, hlavne na dvierka skriniek, detský nábytok a pod. Na výrobu demontovateľného nábytku so samosvornými spojmi je vhodná preglejka, prípadne MDF doska surová alebo dyhovaná. Dielce demontovateľného nábytku z oboch týchto materiálov môžu byť povrchovo upravované pigmentovanými náterovými látkami. V prípade demontovateľného nábytku uvažujeme s väčším mechanickým zaťažením povrchovej úpravy pri častejšej montáži a demontáži nábytku. Povrchová úprava je pri montáži viacej namáhaná na oder a úder, ako pri nedemontovateľnom nábytku. Viacej hrozí vznik škrabancov. Z technických požiadaviek na drevený nábytok vyplývajú určité parametre vlastností povrchovej úpravy, ktoré musí spĺňať. Na základe hodnotenia týchto vlastností vieme stanoviť kvalitu povrchovej úpravy. Pavlič a kol. (2004) poukázali na základný prístup hodnotenia kvality povrchovej úpravy. V posledných rokoch je trend modifikovať náterové látky, prípadne systém povrchovej úpravy za účelom zvýšenia ochrany dreva a drevných materiálov (DTD, MDF a pod.), ako aj úpravy vlastností náterov (napr. lesk, tvrdosť, odolnosť proti úderu a oderu). Rôzne úpravy náterov sú uvedené v prácach (Lee a kol. 2003; Kaygin a Akgun 2009; Tesařová a kol. 2010; Kumar a kol. 2015; Weththimuni a kol. 2016; Cataldi a kol. 2017; Miklečić a kol. 2017; Salca a kol. 2017; Yong a kol. 2017; Slabejová a kol. 2020; Lagaňa a kol. 2021).

Cieľom predloženej práce je sledovať vplyv lesku a počtu náterov na kvalitu pigmentovanej povrchovej úpravy. Pigmentovaná povrchová úprava je vytvorená na dyhovanej MDF doske opracovanej CNC technológiou. Kvalita povrchovej úpravy je



stanovovaná na základe hodnotenia povrchovej tvrdosti náterového filmu, odolnosti proti úderu a oderu.

MATERIÁL A METODIKA PRÁCE

Ako podkladový materiál bola použitá stredne lisovaná drevovláknitá MDF doska o hrúbke 18 mm (výrobca firma Bučina DDD vo Zvolene) dyhovaná bukovou dyhou o hrúbke 0,5 mm. Skúšobné telesá boli opracované CNC frézovaním a ich rozmery boli nasledovné:

- 300 × 300 × 19 mm (hodnotenie povrchovej tvrdosti náterového filmu, odolnosti proti úderu),
- 100 × 100 × 19 mm (hodnotenie odolnosti proti oderu).

Skúšobné telesá boli pred povrchovou úpravou brúsené, posledné brúsenie bolo vykonané brúsnym papierom s číslom zrnitosti P120. Po brúsení a očistení plochy nasledovala povrchová úprava. Náterové látky boli nanášané pneumatickým striekaním v množstve ako je odporúčané v technickom liste. Čas vytvrdzovania náterovej látky bol 24 hod. Po vytvrdnutí bol náter prebrúsený brúsnym papierom s číslom zrnitosti P240.

Na skúšobných telesách sa hodnotili povrchové úpravy, ktoré boli vytvorené systémom polyesterová náterová látka základná a polyuretánová vrchná. Vyhotovila sa lesklá aj matná povrchová úprava v nasledovnom počte náterov:

- **Mat/4N** - systém povrchovej úpravy matný – odporúčaný nános (2 nátery základná a 2 nátery vrchná náterová látka) – reprezentatívne náterové látky: Polybian (základná) – COV, OPP530NI/ GTA RAL – NCS (vrchná).
- **Lesk/4N** - systém povrchovej úpravy lesklý – odporúčaný nános (2 nátery základná a 2 nátery vrchná náterová látka) – reprezentatívne náterové látky: Polybian (základná) – COV, LPP2530NC RAL – NCS (vrchná).
- **Mat/3N** - systém povrchovej úpravy matný – menší nános (2 nátery základná a 1 náter vrchná náterová látka) – reprezentatívne náterové látky: Polybian (základná) – COV, OPP530NI/ GTA RAL – NCS (vrchná).
- **Lesk/3N** - systém povrchovej úpravy lesklý – menší nános (2 nátery základná a 1 náter vrchná náterová látka) – reprezentatívne náterové látky: Polybian (základná) – COV, LPP2530NC RAL – NCS (vrchná).

Charakteristika reprezentatívnych náterových látok od firmy Sirca:

- **Polybian – COV**: je to biely polyesterový základ bez styrolu a bez aromatických riedidiel.
- **OPP530NI/ GTA RAL – NCS**: je to biely email na konečnú úpravu, ktorý je charakteristický výbornou rýchlosťou vytvrdzovania, výborným krytím, mäkkosťou na dotyk a povrchovou tvrdosťou.
- **LPP2530NC/ RAL – NCS**: je biela polyuretánová pigmentovaná lesklá náterová látka, ktorá je charakteristická výbornou roztierateľnosťou, vysokým leskom a výborným krytím.



Povrchová tvrdosť náterového filmu sa stanovila skúškou s ceruzkou, podľa STN EN ISO 15184 (2012) Náterové látky. Stanovenie tvrdosti filmu skúškou s ceruzkou. Výsledky skúšky sa vyhodnotili podľa tab. 1. Stanovila sa ceruzka, ktorá prvá zanechala na povrchovej úprave škrabanec. Začína sa najmäkšou ceruzkou číslo 1.

Tabuľka 1 Stupnica povrchovej tvrdosti náterového filmu

Číslo ceruzky	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tvrdosť ceruzky	3B	2B	B	HB	F	H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H

Hodnotenie odolnosti povrchových úprav proti úderu sa stanovilo podľa STN EN ISO 6272-2 (2011) Náterové látky. Skúšky rýchlej deformácie (odolnosť proti nárazu). Časť 2: Skúška padajúcim závažím, maloplošné vtláčacie teliesko. Meral sa odtlačok (priemer jamky) po guľôčke a povlak sa subjektívne vyhodnotil podľa tabuľky 2.

Tabuľka 2 Stupnica odolnosti povrchových úprav proti úderu

Stupeň	Vizuálne hodnotenie
1	Žiadne viditeľné zmeny
2	Na povrchu nie sú žiadne praskliny a vniknutie bolo len mierne viditeľné
3	Viditeľné jemné praskliny na povrchu, typicky jedna až dve kruhové praskliny okolo prieniku
4	Viditeľné veľké trhliny pri vniknutí
5	Viditeľné trhliny boli aj mimo miesta vniknutia, odlupovanie povlaku

Hodnotenie odolnosti povrchových úprav proti oderu sa stanovilo podľa STN EN ISO 7784-3 (2006) Náterové látky. Stanovenie odolnosti proti oderu. Časť 3: Striedavá panelová skúšobná metóda s kotúčom pokrytým brúsny papierom. Podľa danej normy sa stanovil koeficient odolnosti proti oderu K_T podľa vzorca 1.

$$K_T = (m_1 - m_2)/F \quad (1)$$

Kde: m_1 je hmotnosť telesa pred brúsením v g,
 m_2 je hmotnosť telesa po brúsení v g,
 F je opravný koeficient používanej dvojice brúsnych papierov ($F = 1,052$).

Výsledky povrchovej tvrdosti náterového filmu a odolnosti proti oderu boli porovnané s technickými požiadavkami na povrchovú úpravu dreveného nábytku, ktoré sú uvedené v STN 91 0102/a (1991) Nábytok. Povrchová úprava dreveného nábytku. Technické požiadavky. Technické požiadavky sú nasledovné:

- **Povrchová tvrdosť náterového filmu hodnotená ceruzkou:**
 - Pracovné plochy – stupeň 8
 - Ostatné pracovné plochy – stupeň 8
 - Vonkajšie predné plochy – stupeň 6



- Plochy sedacieho nábytku – stupeň 6
- Ostatné vonkajšie viditeľné plochy – stupeň 6
- Vnútorne viditeľné plochy – stupeň 5
- **Odolnosť povrchovej úpravy proti oderu:**
 - Pracovné plochy – úbytok náterového filmu max. do 0,12 g/100 ot. (spoločenský nábytok), max. do 0,15 g/100 ot. (bytový nábytok)
 - Ostatné pracovné plochy – úbytok náterového filmu max. do 0,15 g/100 ot. (spoločenský nábytok), max. do 0,20 g/100 ot. (bytový nábytok)
 - Ostatné plochy sa nehodnotia.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Povrchová tvrdosť náterového filmu

Povrchová tvrdosť náterového filmu bola stanovená ceruzkami na povrchovej úprave lesklej a matnej. Povrchové úpravy sa ďalej rozdeľovali aj podľa množstva náterov na povrchovú úpravu so štyrmi a tromi nátermi. Výsledné hodnoty povrchovej tvrdosti náterového filmu sú zobrazené v tabuľke 3. Z výsledkov vidíme, že všetky štyri povrchové úpravy nespĺňajú požiadavku bytového a spoločenského nábytku na povrchovú tvrdosť náterového filmu, na povrchové úpravy pracovných plôch (funkčné skupiny A, B). Obidve matné povrchové úpravy spĺňajú požiadavky na vonkajšie predné plochy, plochy sedacieho nábytku a ostatné vonkajšie viditeľné plochy. Lesklé povrchové úpravy spĺňajú len požiadavky na vnútorné viditeľné plochy.

Tabuľka 3 Povrchová tvrdosť lesklých a matných náterových filmov

Skúšobné telesá	3B	2B	B	HB	F	H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Lesk/4N	*	*	*	*	X	*	*	*	*	*	*	*	*
Lesk/3N	*	*	*	*	X	*	*	*	*	*	*	*	*
Mat/4N	*	*	*	*	*	*	X	*	*	*	*	*	*
Mat/3N	*	*	*	*	*	*	X	*	*	*	*	*	*

Porovnaním lesklého povrchu s matným povrchom môžeme konštatovať, že lesklý povrch je menej odolný proti poškrabaniu. Na lesklej povrchovej úprave s tromi aj so štyrmi nátermi bol voľným okom viditeľný škrabanec už pri ceruzke číslo 5. Na matnej povrchovej úprave (4N aj 3N) bol viditeľný len škrabanec, ktorý zanechala ceruzka číslo 7. Tvrdosť náterového filmu určuje hlavne filmotvorná zložka, v našom prípade polyuretan a podkladový polyester. Lesklá aj matná povrchová úprava bola vyhotovená rovnakým druhom náterových látok. Matný vzhľad povrchovej úpravy dodávajú matovadlá, čo sú prídavné látky, ktoré sa pridávajú do náterovej látky priamo pri výrobe. Z tohto vyplýva, že matovadlo ovplyvnilo nie len lesk, ale priaznivo aj povrchovú tvrdosť matného náterového filmu.



Lesk náterového filmu ovplyvňuje kvalitu povrchovej úpravy, čo potvrdzujú aj autori vo svojich prácach Bekhta a kol. (2014), Modrák, Mandulák (2013) a Vardi a kol. (2010). Naše výsledky potvrdili toto tvrdenie, lebo vzhľad (lesk, mat) ovplyvnil fyzikálno-mechanickú vlastnosť povrchovej úpravy a teda aj samotnú kvalitu.

Odolnosť povrchovej úpravy proti úderu

Na uvedených povrchových úpravách bola hodnotená aj odolnosť proti úderu. Hodnoty priemerov odtlačkov po guľôčke a stupne poškodenia sú uvedené v tab. 4.

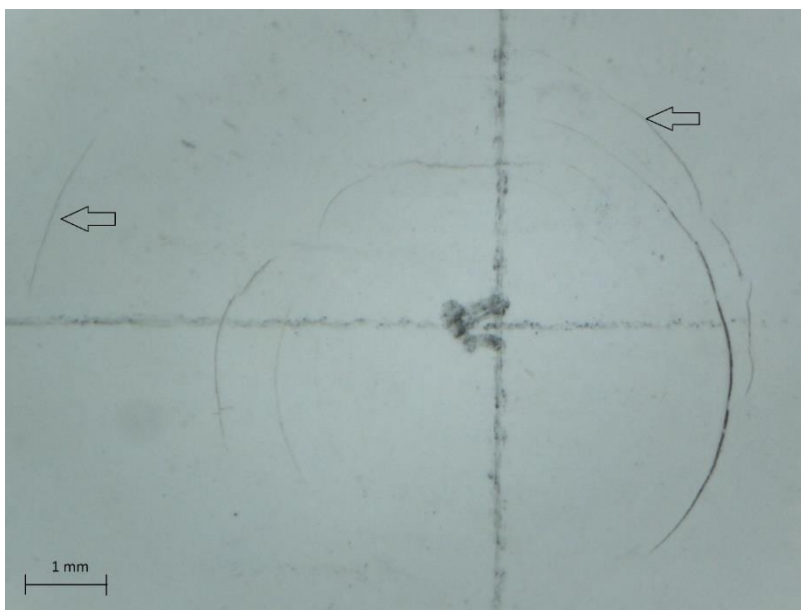
Tabuľka 4 Odolnosť lesklých a matných povrchových úprav proti úderu

Vzorka	Pádová výška					
	10 mm	25 mm	50 mm	100 mm	200 mm	400 mm
Lesk /4N stupne zmeny	2	3	4	4	4	4
Lesk /4N Ø mm	1	2	3	4	4	4
Lesk /3N stupne zmeny	2	3	4	4	4	4
Lesk /3N Ø mm	1	2	3	4	5	6
Mat /4N stupne zmeny	1	3	3	4	4	4
Mat /4N Ø mm	1	3	3	4	5	5
Mat /3N stupne zmeny	3	3	3	4	4	5
Mat /3N Ø mm	1	2	3	4	5	5

Z tabuľky 4 vidíme, že lesklá povrchová úprava so štyrmi nátermi mala väčšiu odolnosť proti úderu pri najvyššej pádovej výške ako povrchová úprava s tromi nátermi. Priemer otlaku pri pádovej výške 400 mm na povrchovej úprave Lesk/4N bol 4 mm a na Lesk/3N až 6 mm. Najväčší stupeň zmeny povrchu bol číslo 4 Viditeľné veľké trhliny pri vniknutí. Odolnosť náterového filmu proti nárazu sa do určitej miery zvyšuje so zvyšujúcou sa jeho hrúbkou (Slabejová 2012, Slabejová et al. 2018).

Odolnosť matnej povrchovej úpravy Mat/4N proti úderu bola rovnaká ako odolnosť Mat/3N. Na obidvoch povrchových úpravách pri pádovej výške 400 mm zostali rovnako veľké otlaky 5 mm (obr.1).

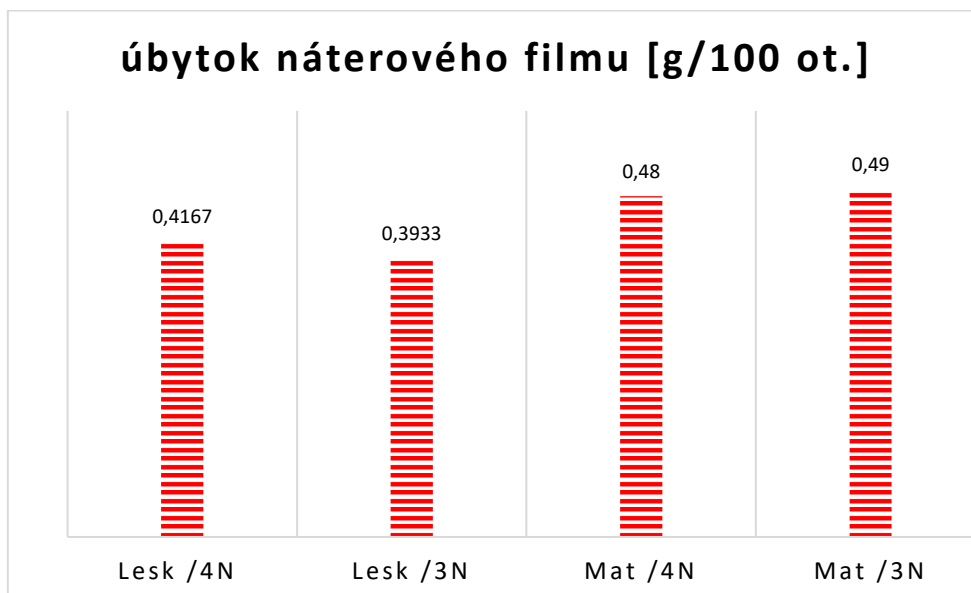
Toto tvrdenie sa potvrdilo pri lesklej povrchovej úprave, ale pri matnej nie. Ďalším faktorom je stupeň poškodenia povrchu. Stupeň zmeny pri pádovej výške 400 mm bol tiež číslo 4, ako pri lesklej povrchovej úprave. Pri 17 násobnom zväčšení otlakov na matných aj lesklých povrchových úpravách boli v niektorých prípadoch trhliny viditeľné už aj mimo otlaku (obr. 1). Pri 17 násobnom zväčšení môžeme konštatovať, že stupeň zmeny je číslo 5.



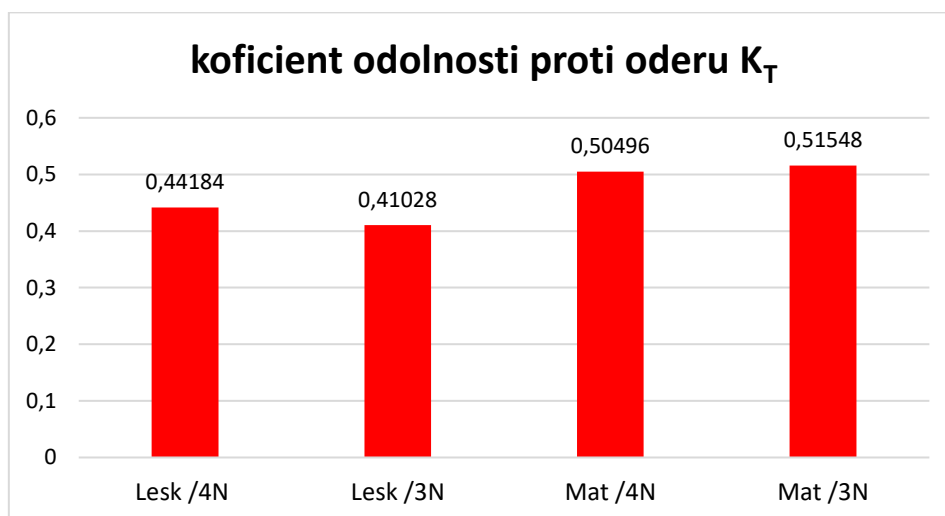
Obrázok 1 Trhliny viditeľné na pigmentovanej povrchovej úprave (Matte/4) po testovaní odolnosti proti úderu, pri pádovej výške 400 mm (viditeľné pri zväčšení 17×)

Odolnosť povrchovej úpravy proti oderu

Pri hodnotení odolnosti povrchovej úpravy proti oderu, sa stanovil úbytok náterového filmu po odieraní (obr. 2) a koeficient odolnosti náteru proti oderu KT (obr. 3). Z grafu vidíme, že lesklá povrchová úprava je odolnejšia proti oderu brúsnyim papierom ako matná povrchová úprava. Rozdiel medzi odolnosťou proti odieraniu povrchovej úpravy so štyrmi nátermi a s tromi nátermi je zanedbateľný pri lesklej aj matnej povrchovej úprave.



Obrázok 2 Úbytok náterového filmu po odieraní brúsnyim papierom na lesklých aj matných povrchových úpravách



Obrázok 3 Koeficient odolnosti proti oderu K_T na lesklých aj matných povrchových úpravách

Menšiu odolnosť proti odieraniu má matná povrchová úprava, čo môže byť spôsobené prídavnými látkami, zabezpečujúcimi matný vzhľad. Prídavné látky (matovadlá) sú prevažne vo forme prášku, ktorý je nerozpustný, ale je rozptýlený v náterovej látke. Prášok môže dodať povrchovú tvrdosť, ale zároveň oslabí väzby polyméru v náterovom filme a tým oslabí odolnosť proti oderu.

Porovnaním úbytkov náterového filmu s požiadavkami, všetky štyri povrchové úpravy nespĺňajú požiadavku na odolnosť proti oderu pre pracovné a ostatné pracovné plochy. Ostatné plochy túto požiadavku nemajú.

ZÁVER

Na základe výsledkov môžeme konštatovať:

- Povrchová úprava lesklá, vytvorená ako systém s polyesterovou základnou náterovou látkou (2 nátery) a polyuretánovou vrchnou náterovou látkou (2 alebo 1 náter) mala menšiu povrchovú tvrdosť ako matná povrchová úprava rovnakého systému.
- Počet náterov vrchnej náterovej látky neovplyvnil povrchovú tvrdosť náterového filmu ani na lesklej ani na matnej povrchovej úprave.
- Lesklá povrchová úprava so štyrmi nátermi mala pri najväčšej pádovej výške najmenší otláčok po guľôčke a lesklá povrchová úprava s tromi nátermi najväčší. Na matnej povrchovej úprave sa vplyv počtu náterov na veľkosť otláčku neprejavil.
- Stupne zmeny hodnotené voľným okom po páde závažia na guľôčku boli pri najväčšej pádovej výške číslo 4, len pri matnej povrchovej úprave s tromi nátermi číslo 5. Po 17-násobnom zväčšení otláčku sme mohli konštatovať, že šírenie mikro-trhlín už bolo mimo otláčku.
- Úbytok náterového filmu po odieraní bol väčší na matnej povrchovej úprave ako na lesklej.



Zo záverov hodnotenia pigmentovanej povrchovej úpravy lesklej a matnej môžeme konštatovať, že matná povrchová úprava môže byť na demontovateľnom nábytku so samosvornými spojmi menej odolná proti oderu pri montáži a demontáži.

LITERATÚRA

- BEKHTA, P., PROSZYK, S., LIS, B., KRYSOFIAK, T. 2014. Gloss of thermally densified alder (*Alnus glutinosa* Goertn.), beech (*Fagus sylvatica* L.), birch (*Betula verrucosa* Ehrh.), and pine (*Pinus sylvestris* L.) wood veneers. *European Journal of Wood and Wood Products*, 2014, 72(6): 799–808.
- CATALDI, A, CORCIONE, C.E., FRIGIONE, M., AND PEGORETTI, A. (2017). "Photocurable resin/nanocellulose composite coatings for wood protection," *Progress in Organic Coatings* 106, 128-136, DOI: 10.1016/j.porgcoat.2017.01.019
- KAYGIN, B, AKGUN, E. (2009). "A nano-technological product: An innovative varnish type for wooden surfaces," *Scientific Research and Essays* 4(1), 1-7. ISSN 1992-2248
- KUMAR, A., PETRIČ, M., KRIČEJ, B., ŽIGON, J., TYWONIAK, J., HAJEK, P., ŠKAPIN, A.S., AND PAVLIČ, M. (2015). "Liquefied-wood-based polyurethane-nanosilica hybrid coatings and hydrophobization by self-assembled monolayers of orthotrichlorosilane (OTS)," *ACS Sustainable Chemistry and Engineering* [online] 3(10), 2533-2541. DOI: 10.1021/acssuschemeng.5b00723
- LAGAÑA, R., SVOCÁK, J., & KÚDELA, J. 2021. A study of the surface properties of a solid wood coating system with self-healing microcapsules. 9TH HARDWOOD PROCEEDINGS– PART II., 61
- LEE, S. S., KOO, J. H., LEE, S. S., CHAI, S. G., LIM, J. CH. 2003. Gloss reduction in low temperature curable hybrid powder coatings. *Progress in Organic Coatings* [online], 2003, 46(4): 266–272. Dostupné na internete: <http://thirdworld.nl/gloss-reduction-in-low-temperature-curable-hybrid-powder-coatings>.
- MIKLEČIČ, J., TURKULIN, H., JIROUŠ-RAJKOVIČ, V. 2017. Weathering performance of surface of thermally modified wood finished with nanoparticles-modified waterborne polyacrylate coatings. *Applied Surface Science*, 408: 103–109.
- MODRÁK, V., MANDULÁK, J. 2013: Exploration of Impact of Technological Parameters on Surface Gloss of Plastic Parts. Eighth CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering [online], 2013, 12: 504–509. Dostupné na internete: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827113007270>.
- PAVLIČ, M., KRIČEJ, B., TOMAŽIČ, M., AND PETRIČ, M. (2004). "Selection of proper methods for evaluation of finished interior surface quality," Copenhagen: COST E-18, Online: <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/coste18/abstractpavlic.doc>
- SALCA, E. A., KRYSOFIAK, T., LIS, B. 2017. Evaluation of Selected Properties of Alder Wood as Functions of Sanding and Coating. In COATINGS. ISSN 2079-6412. 2017, vol. 7, no. 10, art. no. 176., WOS
- SLABEJOVÁ, G. (2012). "Vplyv vybraných faktorov na stabilitu systému drevo – tuhý náterový film," *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen* 54(2), 57-65.
- SLABEJOVÁ, G., ŠMIDRIAKOVÁ, M., PÁNIS, D. 2018. Quality of silicone coating on the veneer surfaces. In *BioResources*. 2018, (13)1, 776-788. URL: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu>
- SLABEJOVÁ, G., ŠMIDRIAKOVÁ, M., SVOCÁK, J. 2020. Interlayer with microcapsules and its influence on the surface finish quality of wood. In *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen : vedecký časopis Drevárskej fakulty Technickej univerzity vo Zvolene*. 62(2), 61-74. ISSN 1336-3824.
- STN EN ISO 7784-3 (2006) Náterové látky. Stanovenie odolnosti proti oderu. Časť 3: Striedavá panelová skúšobná metóda s kotúčom pokrytým brúsnym papierom.
- STN EN ISO 15184 (2012) Náterové látky. Stanovenie tvrdosti filmu skúškou s ceruzkou.
- STN EN ISO 6272-2 (2011) Náterové látky. Skúšky rýchlej deformácie (odolnosť proti nárazu). Časť 2: Skúška padajúcim závažím, maloplošné vtláčacie teliesko.
- STN 91 0102/a (1991) Nábytok. Povrchová úprava dreveného nábytku. Technické požiadavky. Tesařová, D., Chladil, J., Čech, P., Tobiášová, K. 2010. *Ekologické povrchové úpravy*. Monografia. Brno. 2010. 126 p.



VARDI, J., GOLAN, A., LEVY, D., GILEAD, I. 2010. Tracing sickle blade levels of wear and discard patterns: a new sickle gloss quantification method. *Journal of Archaeological Science* [online], 2010, 37(7): 1716–1724.

WETHTHIMUNI, M. L., CAPSONI, D., MALAGODI, M., MILANESE, C., AND LICHELLI, M. (2016). "Shellac/nanoparticles dispersions as protective materials for wood," *Applied Physics a-Materials Science & Processing* 122(12), 1058. DOI: 10.1007/s00339-016-0577-7.

YONG, Q.W., NIAN, F.W., LIAO, B., GUO, Y., HUANG, L.P., WANG, L., AND PANG, H. (2017). "Synthesis and surface analysis of self-mattee coating based on waterborne polyurethane resin and study on the mattee mechanism," *Polymer Bulletin* 74(4), 1061-1076. DOI: 10.1007/s00289-016-1763-7

Podakovanie:

Autori vyjadrujú podakovanie Ministerstvu školstva SR na základe projektu VEGA 1/0264/22.

Adresa:

Ing. Gabriela Slabejová, PhD.; Ing. Mária Šmidriaková, PhD.
Technická univerzita vo Zvolene
Drevárska fakulta, Katedra nábytku a drevárskych výrobkov
T.G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen
E-mail: slabejova@tuzvo.sk, smidriakova@tuzvo.sk



FAREBNÉ ODTIENE DREVA DREVINY *Alnus Glutinosa* NADOBUDNUTÉ PROCESOM PARENIA SÝTOU VODNOU PAROU

Ladislav Dzurenda

Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra obrábania dreva

Abstrakt:

Farebné odtiene dreva dreviny *Alnus Glutinosa* nadobudnuté procesom parenia sýtou vodnou parou. V príspevku sú prezentované zmeny farby dreva dreviny Jelše lepkavej dosiahnuté navrhnutými režimami procesu parenia – sýtou vodnou parou s teplotami: $t_I = 110,0 \pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{II} = 120 \pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ a $t_{III} = 130 \pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu $\tau = 7,0 \text{ h}$. Farebné odtiene pareného jelšového dreva sú vo farebnom priestore CIE-L*a*b* identifikované prostredníctvom súradnice svetlosti L* a chromatických súradníc: červenej farby a* a žltej farby b*. Jelšové drevo v procese parenia tmavne a hnedne. V závislosti na teplote sýtej vodnej pary nadobúda farebné odtiene od bledo-hnedej farby až po tmavú hnedo-sivú farbu. Rovnomerné sfarbenie pareného dreva po celom objeme, rozširuje možnosti využitia jelšového dreva vo forme prírezov na produkciu farebne homogénnych lamiel pre výrobu podlahovín, obkladov, či iné 3D opracovanie masívu bez obáv z rozdielov farby dreva medzi povrchom a stredom.

Kľúčové slová: Jelša lepkavá, parenie, sýta vodná para, farby dreva

ÚVOD

Drevo dreviny Jelša lepkavá (*Alnus Glutinosa*) patrí medzi roztrúseno-pórovité, bezjadrové dreviny s možnosťou tvorby nepravého jadra. Beľové a zrelé drevo má homogénnu štruktúru s nevýrazným rozdielom medzi jarným a letným drevom v ročnom kruhu. Podľa hustoty sa drevo jelše radí medzi dreviny s ľahkým drevom ($\rho_0 < 550 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) je mierne tvrdé a málo pružné. Rýchlo sa suší, ľahko opracováva, štiepa, lepí, dobre sa farbí, morí, leští. Pri dlhodobej záťaži, dochádza k neželanému priehybu. Z uvedeného aspektu nie je vhodným materiálom pre dlhé police či stoly, ale je vhodné pre menšie a kompaktnější kusy nábytku. Po spílení sa bielo-sivá farba so žltkastým nádychom, resp. bledo ružová farba mokrého dreva v krátkom čase mení na oranžovú až výraznú žltočervenú farbu. Vo vlhkom prostredí, resp. vo vode jelšové drevo černie a tvrdne.

Farba dreva je jedným z makroskopických znakov, ktorým sa drevo jednotlivých drevín od seba vzhľadovo odlišuje. Farbu dreva vytvárajú chromofory t.j. funkčné skupiny typu: $>\text{C}=\text{O}$, $-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-$, $-\text{CH}=\text{CH}-$, aromatické jadrá nachádzajúce sa v chemických zložkách dreva: ligníne, extraktívnych látkach akými sú farbivá, triesloviny, živice, ktoré absorbujú elektromagnetické žiarenia v oblasti UV-VIS žiarenia denného svetla.

Vnímanie farby zrakom človeka je psychofyziologický vnem vyvolaný vstupom odrazeného elektromagnetického žiarenia s vlnovými dĺžkami v intervale od 380 do 780 nm z povrchu vnímaného predmetu do ľudského oka. Jeho charakter je závislý od vlnovej dĺžky. Svetlo s kratšími vlnovými dĺžkami 380 ÷ 450 nm vyvoláva vnem modrej a fialovej farby, svetlo stredných vlnových dĺžok 520 ÷ 625 nm vyvoláva vnem zelenej, žltej a oranžovej farby a dlhovlnné svetlo s vlnovými dĺžkami 630 ÷ 750 nm vyvoláva vnem červenej farby Katuščák (1994), Wilson a Keil (1999), Kubovský a Urgela (2004).

Technologickými procesmi akými sú morenie, parenie, ožarovanie je možné cielene meniť farbu dreva. Ako príklad uvádzam, že svetlá bielo-šedá farba so žltým nádychom



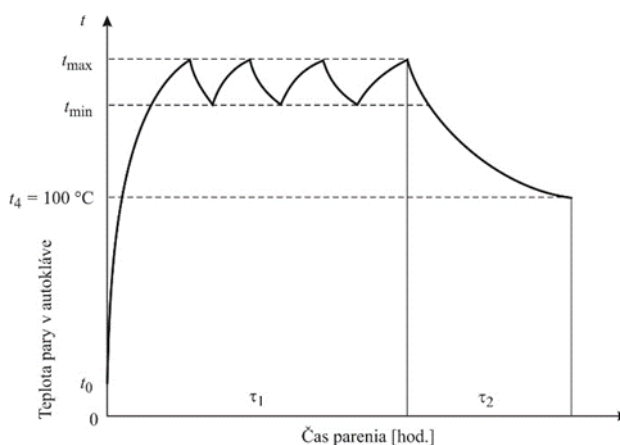
bukového drevo sa v procese atmosférického parenia nasýteným vlhkým vzduchom, alebo tlakovým parením sýtou vodnou parou mení na červeno-hnedý farebný odtieň, Molnar – Tolavaj (2002), Dzurenda (2014). Iným príkladom je zmena svetlej žlto-zeleno-hnedej farby jadra agátového dreva parením dreva sýtou vodnou parou na tmavý hnedo-šedý farebný odtieň Todaro a kol. (2012), Dzurenda (2018a).

Cieľom danej práce je prezentácia zmien farby jelšového dreva nadobudnutej v procese parenia dreva sýtou vodnou parou pri teplotách: $t_I = 110 \pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{II} = 120 \pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{III} = 130 \pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$, po dobu $\tau = 7$ hod.

MATERIÁL A METÓDY

Prírezy jelšového dreva s rozmermi 38 x 70 x 800 mm a vlhkosťou $W_p = 64,4 \pm 6,8 \%$ boli termicky upravované sýtou vodnou parou v tlakovom autokláve: APDZ 240 (Himmasch AD, Haskovo, Bulharsko) vo firme Sundermann s.r.o. Banská Štiavnica.

Režim parenia jelšového dreva sýtou vodnou parou je zobrazený na obr.1 a rozpis technologických podmienok parenia pre jednotlivé stupne modifikácie farby uvádza tab. 1.



Obrázok 1 Režim parenia jelšového dreva sýtou vodnou parou.

Tabuľka 1. Režimy parenia dreva jelšových prírezov sýtou vodnou parou.

Režimy	Teplota sýtej pary [$^\circ\text{C}$]			Čas technologickej operácie [hod]		
	t_{\min}	t_{\max}	t_4	τ_1 - fáza I	τ_2 - fáza II	Celkový čas
Režim I.	107,5	112,5	100	6,0	1,0	7,0
Režim II.	117,5	122,5	100			
Režim III.	127,5	132,5	100			

Termicky neupravované i upravované prírezy boli nízkoteplotným režimom sušenia bez zmeny farby dreva nadobudnutej procesom parenia vysušené na vlhkosť $W_k = 10 \pm 0,5 \%$. Následne bolo náhodným výberom z kliebok vysušených neparených a parených prírezov jednotlivými režimami vybraných po 32 kusov, na ktorých boli ložné plochy prírezov opracované na horizontálnej rovinnej frézke FS 200.

V rámci testov rovnomernosti sfarbenia pareného dreva po celom priereze prírezov bola časť parených prírezov v 1/2 šírky prírezu pozdĺž prírezu rozpílená a bočné plochy opracované na horizontálnej rovinnej frézke FS 200.

Farba dreva prírezov vo farebnom priestore CIE-L*a*b* sa hodnotila prostredníctvom kolorimetra Color Reader CR-10 (Konica Minolta, Japan). Použitý bol zdroj svetla D65 a priemer



optického snímacieho otvoru bol 8 mm. Hodnoty farebných súradníc sú uvádzané formou zápisu $x = \bar{x} \pm s_x$ t. j. priemernej nameranej hodnoty a smerodajnej odchýlky.

Z rozdielu hodnôt na farebných súradniciach ΔL^* , Δa^* , Δb^* stanovených na základe meraní farby dreva jelšových prírezov po a pred parením je stanovená celková farebná diferencia ΔE^* podľa rovnice:

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_1^* - L^*)^2 + (a_1^* - a^*)^2 + (b_1^* - b^*)^2} \quad (1)$$

kde: L^* , a^* , b^* hodnoty na súradniciach farebného priestoru dreva pred procesom parenia.

L_1^* , a_1^* , b_1^* hodnoty na súradniciach farebného po parení jelšového dreva.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Farba vysušeného jelšového dreva pred parením a po parení jednotlivými režimami ohobľovaného povrchu je na obr. 2.



Obrázok 2 Farba jelšového dreva na ohobľovanom povrchu vysušeného nepareného a pareného dreva jednotlivými režimami parenia sýtou vodnou parou.

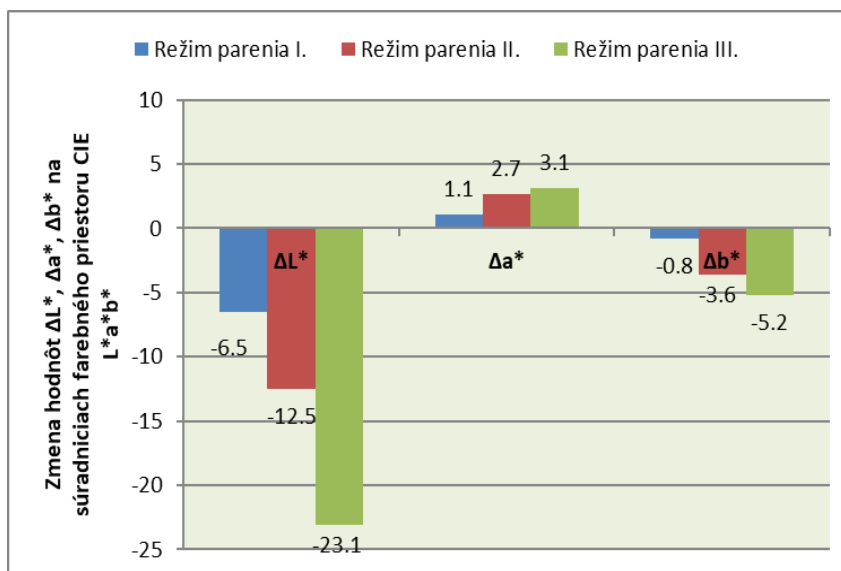
Hodnoty súradníc farebného priestoru CIE-L*a*b* popisujúce farbu nepareného a pareného jelšového dreva uvádza tabuľka 2.

Tabuľka 2. Hodnoty súradníc farebného priestoru CIE-L*a*b* popisujúce neparené a parené jelšové drevo. sýtou vodnou parou v intervale teplôt $t = 110 - 130$ °C.

Prírezy	Počet vzoriek	Hodnoty na súradniciach farebného priestoru CIE L*a*b*			ΔE^*
		L*	a*	b*	
Neparené jelšové drevo	32	76,8 ± 2,5	9,6 ± 1,9	21,8 ± 1,6	---
Parené jelšové drevo režimom I.	31	70,3 ± 1,6	10,7 ± 0,8	21,0 ± 1,1	6,6
Parené jelšové drevo režimom II.	32	64,3 ± 1,5	12,3 ± 0,7	18,2 ± 1,2	13,2
Parené jelšové drevo režimom III.	32	53,7 ± 1,7	12,7 ± 0,9	16,6 ± 1,0	23,9

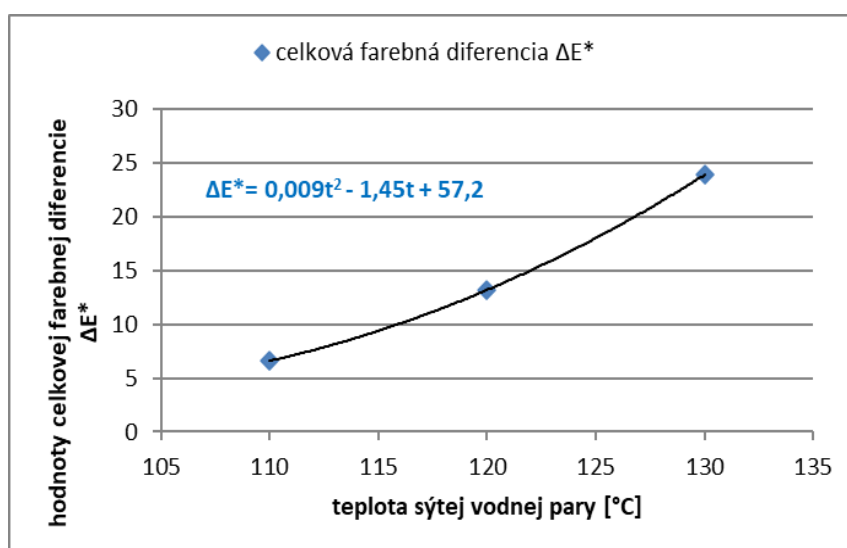


Veľkosti zmien hodnôt ΔL^* , Δa^* , Δb^* , na jednotlivých súradniciach farebného priestoru CIE- $L^*a^*b^*$ jelšového dreva, ktorými je dosiahnuté príslušné stmavnutie a sfarbenie dreva prírezov sú formou stĺpcového diagramu zobrazené na obr. 3



Obrázok 3 Miera zmien hodnôt ΔL^* , Δa^* , Δb^* , na jednotlivých súradniciach farebného priestoru CIE- $L^*a^*b^*$ v procese modifikácie farby jelšového dreva – parením sýtou vodnou parou.

Závislosť zmien celkovej farebnej diferencie ΔE^* na teplote dreva v technologickom procese modifikácie farby sýtou vodnou parou jelšového dreva zobrazujú obr. 4.



Obrázok 4 Závislosti zmien celkovej farebnej diferencie ΔE^* jelšového dreva, na teplote sýtej vodnej pary v technologickom procese parenia.

Pôvodná bielo-sivá farba so žltým nádychom jelšového dreva sa v procese parenia sýtou vodnou parou mení. Drevo Jelše lepkavej tmavne a hnedne. Deklarujú to zmeny farby dreva na obr. 2, ako i posuvy hodnôt na súradniciach farebného priestoru CIE $L^*a^*b^*$.

Parením jelšového dreva sýtou vodnou parou s teplotou $t_1 = 110 \pm 2,5^\circ\text{C}$ počas $\tau = 7$ hod. sa pôvodná farba dreva zmenila na bledo-hnedú farbu. Parenie sa premietlo v poklese



hodnoty na súradnici svetlosti o $\Delta L^* = -6,5$, vzrastom hodnoty na chromatickej súradnici červenej o $\Delta a^* = +1,1$ a poklesom hodnoty na chromatickej s súradnici žltej farby o $\Delta b^* = -0,8$. Uvedené zmeny na jednotlivých farebných súradniciach sa premietajú v zmene hodnoty celkovej farebnej diferencie $\Delta E^* = 6,6$.

Veľkosť stmavnutia a zhnednutia jelšového dreva počas parenia sýtou vodnou parou s teplotou $t_{II} = 120 \pm 2,5^\circ\text{C}$ za rovnaký čas technologického procesu vzrastala a nadobúda hnedo-sivú farbu s hodnotami vo farebnom priestore CIE $L^*a^*b^*$: $L_{II}^* = 64.3 \pm 1,5$; $a_{II}^* = 12,3 \pm 0,7$; $b_{II}^* = 18,2 \pm 1,2$.

Najvýraznejšie zmeny stmavnutia a zhnednutia jelšového dreva na tmavú hnedo-sivú farbu boli dosiahnuté režimom III počas parenia dreva sýtou vodnou parou s teplotou $t_{III} = 130 \pm 2,5^\circ\text{C}$. Miera stmavnutia a zhnednutia jelšového dreva režimom III. je deklarovaná poklesom hodnoty na súradnici svetlosti o $\Delta L^* = -23,1$ na hodnotu na súradnici svetlosti: $L_{III}^* = 53,7 \pm 1,7$; vzrastom hodnoty na súradnici červenej farby o $\Delta a^* = +3,1$ na hodnotu $a_{III}^* = 12,7 \pm 0,9$ a poklesom hodnoty na súradnici žltej farby o $\Delta b^* = -5,2$ na hodnotu $b_{III}^* = 16,6 \pm 1,0$. Hodnota celkovej farebnej diferencie zmeny farby dreva je $\Delta E^* = 23,9$.

Celkové farebné odchýlky zmien farby jelšového dreva ΔE vyvolané procesom parenia sýtou vodnou parou v intervale teplôt $t = 110^\circ\text{C}$ až 130°C sú od $\Delta E^* = 6,6$ po $\Delta E^* 23,9$. V rámci klasifikácie farebných zmien dreva dosiahnutých procesom – parenia, prezentované zmeny farby dreva patria do skupiny II. až IV. t. j. zmeny farby od Nepatrného stmavnutia a malej zmeny farby dreva (skupina II.) až po Stmavnutie a zvýraznenie kontrastu farby dreva (skupina IV.) Dzurenda – Dudiak (2022).

Pokles svetlosti pareného dreva je v súlade s poznatkami o tmavnutí dreva v technologických procesoch, akými sú parenie dreva deklarované v prácach: (Trebula 1986, Tolvaj a kol. 2009, Todaro et al. 2012, Dzurenda, 2018b, Dudiak-Dzurenda 2021), sušenie v prostredí teplého vlhkého vzduchu, resp. prehriatej vodnej pare (Klement - Marko 2009; Dzurenda - Deliiski 2012; Baranski a kol. 2017), či v termických procesoch vo výrobe termodreva (Barcik a kol. 2015, Pinchevskaja a kol. 2019).

Príčinou uvedených zmien svetlosti ako i farby na chromatických súradniciach farebného priestoru CIE $L^*a^*b^*$ dreva sú chemické reakcie jelšového dreva a vody pri vyššej teplote mokrého dreva, akými sú: hydrolýza dreva iniciujúca degradačné reakcie polysacharidov (oxidáciu sacharidov a pektínov, dehydratáciu pentóz na 2-furaldehyd, kondenzáciu produktov štiepených polysacharidov), chemické zmeny v ligníne sprevádzané tvorbou (chinón metylových štruktúr; nárastom fenolických hydroxylových skupín a neposlednom rade tvorbou extraktov fenolickej povahy vyúsťujúce do tvorby nových chromoforických skupín) Fengel - Weneger (1989); Hon - Minemura (2001), Solár (2004); Bučko (2005); Vybohová a kol, (2018); Geffert a kol. (2020).

Zmena farby pareného jelšového dreva je po celom objeme rovnomerná. Dokladovala to ako vizuálna kontrola farby bočných plôch prírezov po ich rozpílení v $\frac{1}{2}$ šírky po dĺžka ako aj číselné hodnoty na súradniciach farby pareného dreva na povrchu ložných plôch a bočných plochách rozpílených prírezov. Celoobjemové sfarbenie dreva je realizované rýchlym ohrevom dreva kondenzujúcou vodnou parou na povrchu dreva v súlade s I. okrajovou podmienkou nestacionárneho ohreву dreva na požadovanú technologickú teplotu po celom priereze prírezu (Deliiski 2003, Dzurenda 2018b) a tak vytvorením podmienok pre procesy hydrolýzy a extrakcie vodou rozustných látok s následnými chemickými zmenami v ligníne vyvolávajúcimi modifikáciu chromoforneho systému jelšového dreva.



Uvedená skutočnosť má nemalý praktický prínos umožňujúci prírezy pareného dreva využívať na produkciu farebne homogénnych lamiel pre výrobu podlahovín, obkladov, alebo iných 3D výrobkov z masívu bez obáv z rozdielov farby dreva medzi povrchom a stredom.

ZÁVER

V príspevku je prezentovaná farba jelšového dreva nadobudnutá procesom parenia dreva sýtou vodnou parou o teplotách: pri teplotách: $t_I = 110 \pm 2,5$ °C, $t_{II} = 120 \pm 2,5$ °C, $t_{III} = 130 \pm 2,5$ °C, po dobu $\tau = 7$ hod. Pôvodná bielo-sivá farba so žltým nádychom jelšového dreva sa v procese parenia sýtou vodnou parou režimom I. mení na bledo-hnedú farbu s hodnotami súradníc vo farebnom priestore CIE-L*a*b*: $L_I^* = 70,3 \pm 1,6$; $a_I^* = 10,7 \pm 0,8$; $b_I^* = 21,0 \pm 1,1$ Parením režimom II. drevo nadobúda hnedo-sivú farbu s hodnotami vo farebnom priestore CIE L*a*b*: $L_{II}^* = 64,3 \pm 1,5$; $a_{II}^* = 12,3 \pm 0,7$; $b_{II}^* = 18,2 \pm 1,2$ a režimom III. tmavú hnedo-sivú farbu s hodnotami farebných súradníc: $L_{III}^* = 53,7 \pm 1,7$; $a_{III}^* = 12,7 \pm 0,9$; $b_{III}^* = 16,6 \pm 1,0$.

Nové farebné odtiene dreva jelšových prírezov dosiahnuté parením sýtou vodnou parou jednotlivými režimami rozširujú možnosti využitia dreva na výrobu lamiel pre výrobu podlahovín, obkladov, alebo iného 3D opracovania masívu bez obáv z rozdielov farby dreva medzi povrchom a stredom.

LITERATÚRA

- BARAŇSKI, J., KLEMENT, I., VILKOVSKÁ, T., KONOPKA, A. (2017): High Temperature Drying Process of Beech Wood (*Fagus sylvatica* L.) with Different Zones of Sapwood and Red False Heartwood. In: *BioResources* 12(1), 1861-1870. DOI:10.15376/biores.12.1.1761-1870.
- BARCIK, Š., GAŠPARÍK, M., RAZUMOV, E.Y. (2015): Effect of thermal modification on the colour changes of oak wood. In: *Wood Research*. 60 (3):385-396, ISSN 002-6136.
- BUČKO, J. (1995): *Hydrolýzne procesy*. Zvolen: Vydavateľstvo TU Zvolen, 1995. 116 s.
- DELIISKI, N., (2003): *Modelirane i tehnologii za proparvane na drvesiny materiali v avtoklavi*. [Dizertačná práca Dr.S., LTU Sofia], Sofia, 358 s.
- DUDIÁK, M.; DZURENDA, L., (2021): Changes in the physical and chemical properties of alder wood in the process of thermal treatment with saturated water steam. In: *Coatings*, 11, 898.doi:10.3390/coatings 11080898
- DZURENDA L., DELIISKI N. (2012): Convective drying of beech lumber without color changes of wood. *Drvna industrija* [63] 2: 95–103
- DZURENDA, L. (2014): Sfarbenie bukového dreva v procese termickej úpravy sýtou vodnou parou. In: *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen* 56(1),13-22.
- DZURENDA, L. (2018 a): Colour modification of *Robinia pseudoacacia* L. during the processes of heat treatment with saturated water steam. In: *Acta Facultatis Xylogologiae* 60(1): 61-70.
- DZURENDA, L. (2018b): The Effect of Moisture Content of Black Locust Wood on the Heating in the Saturated Water Steam during the Process of Colour Modification, In: *MATEC Web of Conferences* 168, 06004.
- DZURENDA, L. DUDIÁK, M. (2022): *Modifikácia farby dreva v procese parenia sýtou vodnou parou*. Vydavateľstvo TU vo Zvolene. 120 s. ISBN 978-80-228-3318-9
- HON D.N.S., MINEMURA N., (2001): Colour and discoloration. In: *Wood and cellulosic chemistry*. New York: Marcel Dekker, 385–442.
- FENGEL, D., WEGENER, G. (1989): *Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions*; Walter de Gruyter: Berlin.



- GEFFERT, A., GEFFERTO VÁ, J., DUDI AK, M., VÝBOHO VÁ, E., (2020): Influence of steaming temperature on chemical characteristics and colour of alder wood. In: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2020. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2020, s. 49-56.
- KATUŠČAK, S (1994): Farba, Koloristika, farebné videnie, vnímanie a komunikácia. STU Bratislava. 45 s.
- KLEMENT, I., MARKO, P. (2009): Colour changes of beech wood (*Fagus sylvatica* L.) during high temperature drying process. In: Wood research 54 (3): 45-54.
- KUBOVSKÝ, I., URGELA, S. (2004): Farba a svetlo. Technická univerzita vo Zvolene. 102 s. ISBN 80-228-1399-0.
- MOLNÁR, S., TOLVAJ, L. (2002): Colour homogenisation of different wood species by steaming. In: Interaction of wood with various Forms of Energy. Technical university in Zvolen, Slovakia.
- PINCHEVSKA, O., SEDLIAČIK, J., HORBACHOVA, O., SPIROCHKIN, A., ROHOVSKYI, I. (2019): Properties of hornbeam (*Carpinus betulus*) wood thermally treated under different conditions. Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen 61(2): 25-39. DOI: 10.17423/afx.2019.61.2.03.
- SOLÁR, R., (2004): Chémia dreva. Technická univerzita vo Zvolene. 101 s. ISBN 80-228-1420-2
- TOLVAJ, L., NEMETH, R., VARGA, D., MOLNAR, S. (2009): Colour homogenisation of beech wood by steam treatment. Drewno. 52 (181): 5-17.
- TODARO, L., ZUCCARO, L., MARRA, M., BASSO, B., SCOPA, A. (2012): Steaming effects on selected wood properties of Turkey oak by spectral analysis. Wood Science Technology 46(1-3): 89-100.
- WILSON, R.A., KEIL, F.C., (1999): The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. 1097 s. ISBN 0-262-73124-X.
- VÝBOHOVA, E., GEFFERT, A., GEFFERTO VÁ, J., (2018): Impact of Steaming on the Chemical Composition of Maple Wood. In: BioResources 13(3). s. 5862-5874.
- TREBULA, P.(1996): Sušenie a hydrotermická úprava dreva. Zvolen: Vydava- telstvo TU Zvolen, 2001, 255 s.

Podakovanie:

Táto práca bola vypracovaná v rámci riešenia grantového projektu: APVV-17-0456 "Termická modifikácia dreva sýtou vodnou parou za účelom cielenej a stabilnej zmeny farby drevnej hmoty", ako výsledok práce autorov a výraznej pomoci agentúry APVV.

Adresa autora:

prof. Ing. Ladislav Dzurenda, PhD.
T. G. Masaryka 24,
Technická univerzita vo Zvolene
960 53 Zvolen, mail: dzurenda@tuzvo.sk



ACIDITA (pH) NEPRÁVÉHO JADRA A BELE BUKOVÉHO DREVA PRED A PO PROCESSE SUŠENIA

Michal Dudiak

Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra obrábania dreva

Abstrakt:

Acidita (pH) nepravého jadra a bele bukového dreva pred a po procese sušenia. V príspevku sú prezentované hodnoty acidity nepravého jadra a bele bukového dreva v mokrom i suchom stave. Mokrú nepravú jadro a beľ bukového dreva je v čerstvom stave mierne kyslé, kde hodnoty pH stanovené dotykovou sondou pH metra - 7110 s plošnou elektródou SenTix Sur boli: pH = 5,32 ± 0,13 pre nepravé jadro a pH = 5,46 ± 0,16 pre beľové bukové drevo. Teplovzdušným sušením bukového dreva pri teplotách $t = 50 - 80$ °C hodnota acidity nepravého jadra poklesla o $\Delta\text{pH} = 0,34$ a beľ o $\Delta\text{pH} = 0,28$. Poznanie hodnoty pH suchého dreva je dôležitým faktorom pre ďalšie jeho spracovanie.

Kľúčové slová: bukové drevo, nepravé jadro a beľ, acidita, sušenie dreva

ÚVOD

Drevo dreviny Buk lesný patrí medzi roztrúseno-pórovité bezjadrové dreviny s možnosťou tvorby nepravého jadra. Bukové drevo bele a zrelého dreva je stredne ťažké a má dobré mechanické vlastnosti, veľmi dobre sa plastifikuje, ohýba a mechanicky opracováva. Zaslúhou vysokej priepustnosti sa dobre impregnuje, morí a farbí. Bukové drevo sa používa na výrobu nábytku, podláh, športového náradia, hračiek a drobných úžitkových predmetov pre domácnosti. Beľ a zrelé drevo buka má svetlú bielo-šedú farbu so žltým nádychom. Bukové drevo sa používa na výrobu nábytku, podláh, športového náradia, hračiek a drobných úžitkových predmetov pre domácnosti.

Nepravé jadro buka je rastová chyba, ktorá vzniká reakciami vzduchu s drevom v zóne zrelého dreva. Primárnou príčinou vzniku nepravého jadra je poranenie kmeňa alebo konárov stromu, ktorá umožní vnikanie vzduchu do kmeňa stromu. Kyslík obsiahnutý vo vzduchu spôsobí oxidáciu rozpustných karbohydrátov a škrobu (obsiahnutých v živých alebo čiastočne odumretých parenchymatických bunkách), pričom vzniknú hnedo sfarbené polyfenolické zlúčeniny ktoré penetrujú do susedných pletív a sfarbiajú ich (Bauch – Koch 2001, Račko – Čunderlík 2010). Drevo nepravého jadra v porovnaní s beľou a zrelým drevom má v rastúcom strome nižšiu vlhkosť a podľa práce Babiak a kol. (1990) aj nižšiu priepustnosť pre tekutiny.

Hodnota pH je miera koncentrácie iónov H^+ v roztoku a používa sa na stanovenie kyslého, neutrálneho alebo zásaditého správania chemickej reakcie. Hodnoty pH sú veľmi dôležitými fyziologickými parametrami pre rastliny, ľudí a zvieratá. V niektorých výrobných procesoch sa zmena acidity využíva na riadenie technologických procesov.

V lúmenoch buniek mokrého dreva sa nachádza zriedený vodný roztok cukrov, organických kyselín a solí vápnika, horčíka, draslíka, sodíka anorganických kyselín, ktoré sú koreňovým systémom dopravované do žijúceho stromu (Čudinov 1968; Blažej a kol. 1975; Zevenhoven 2001, Pňakovič – Dzurenda 2015), v dôsledku čoho má tento roztok určitú aciditu. Acidita dreva listnatých, roztrúseno-pórovitých drevín mierneho pásma je v rozmedzí hodnôt pH = 5,5 - 4,8 (Sandermann – Rothkamm 1956; Irle 2012; Solár 2014; Geffert a kol. 2019).



Sušenie dreva listnatých drevín vo forme reziva a prírezov je technologický proces, v ktorom sa z dreva odstraňuje voda. Bežne sa vykonáva v teplovzdušných komorových sušiarňach pri teplotách sušiaceho média $t = 50 - 80 \text{ }^\circ\text{C}$. Realizácia procesu sušenia pri týchto teplotách vytvára podmienky nielen pre odstraňovanie vody z dreva, ale aj pre priebeh chemických reakcií, ktoré spôsobujú zmeny v chemickom zložení dreva prejavujúce sa na fyzikálnych a mechanických vlastnostiach dreva.

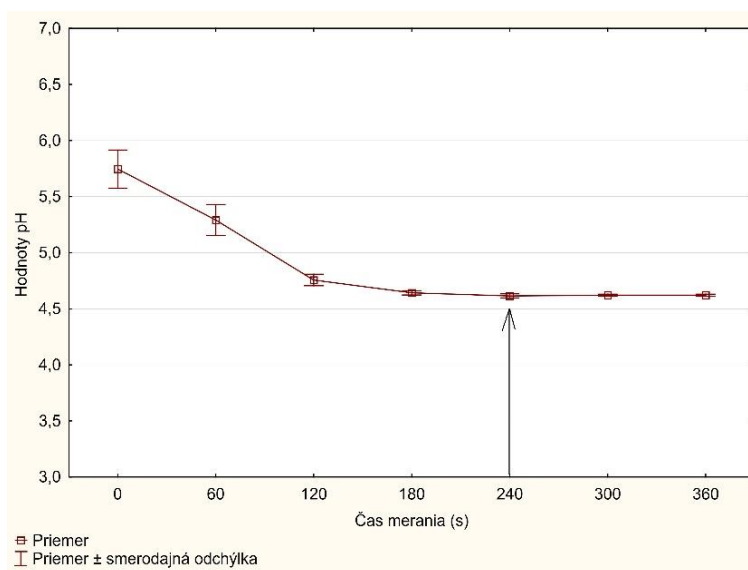
Cieľom práce je stanovenie a porovnanie hodnôt acidity mokrého a vysušeného beľového dreva a nepravého jadra buka priamou metódou merania pH - plošnou elektródou SenTix Sur.

MATERIÁL A METÓDY

Z dreva dreviny (*Fagus sylvatica L.*) bezprostredne po ťažbe boli vyrobené prírezy s rozmermi: hrúbkou $h = 32 \text{ mm}$, šírkou $\text{š} = 60 \text{ mm}$ a dĺžkou $d = 550 \text{ mm}$ v počte 30 kusov s nepravým jadrom a 30 kusov beľového bukoveho dreva.

Vlhkosť mokrého a vysušeného bukoveho dreva s nepravým jadrom a beľou bola stanovená gravimetrickou metódou podľa normy STN EN 13183-1 (2003). Acidita mokrého i vysušeného bukoveho dreva (beľ a nepravé jadro) sa merala na ohobľovanom povrchu pomocou pH-metra pH7110 s plošnou elektródou SenTix Sur (Dudiak – Dzurenda 2020).

Meranie acidity mokrého bukoveho dreva sa vykonávalo priložením plošnej elektródy SenTix Sur pH-metra typ: pH7110 na povrch dreva. Hodnota acidity sa odčítala po ustálení hodnoty pH na displeji pH-metra. V mieste merania pH suchého dreva plošnou elektródou SenTix Sur sa najprv pomocou kvapkadla kvapla jedna kvapka destilovanej vody na povrch dreva a následne bola plošná dotyková elektróda pritlačená k povrchu dreva v mieste kvapnutej kvapky, čím sa vytvoril kontakt elektródy z povrchom dreva. Hodnota pH sa odčítala po cca 240 sekundách stabilizácie elektródy na pH-metri pH7110. Záznam priebehu merania acidity suchého bukoveho dreva je na obr. 1.



Obrázok 1 Meranie pH na povrchu suchého bukoveho dreva po jeho zvlhčení kvapkou destilovanej vody.



Namerané hodnoty acidity bukového dreva sú uvádzané formou zápisu $x = \bar{x} \pm s_x$ t.j. priemernej nameranej hodnoty a smerodajnej odchýlky. Sušenie bukových prírezov bolo vykonané v teplovzdušnej komorovej sušiareni podľa režimu sušenia firmy SUSAR s.r.o.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky merania vlhkosti a acidity nepravého jadra a bele bukového dreva v čerstvom a vysušenom stave sú uvedené v tab. 1.

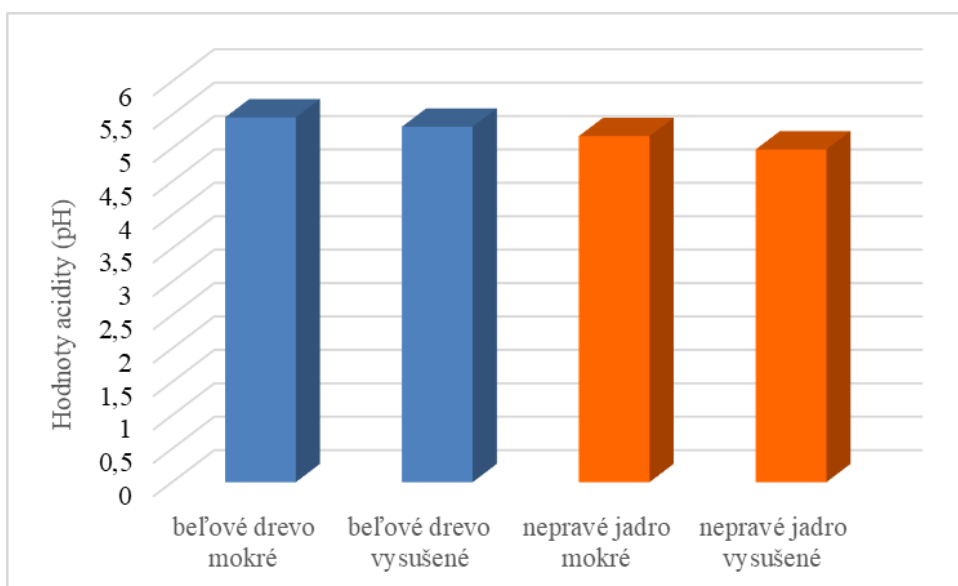
Tabuľka 1. Namerané hodnoty vlhkosti a acidity mokrého a vysušeného nepravého jadra a bele bukového dreva.

Bukové prírezy	Vlhkosť dreva	Acidita bukového dreva
Beľové bukové drevo mokré	$64,2 \pm 0,8$	$5,46 \pm 0,16$
Bukové drevo s nepravým jadrom mokré	$58,5 \pm 0,9$	$5,32 \pm 0,13$
Beľové bukové drevo po vysušení	$10,3 \pm 0,5$	$5,18 \pm 0,15$
Bukové drevo s nepravým jadrom po vysušení	$10,2 \pm 0,4$	$4,98 \pm 0,12$

Hodnoty vlhkosti mokrého bukového dreva stanovené gravimetrickou metódou podľa normy ukazujú, že beľové bukové drevo má vyššiu vlhkosť oproti drevu nepravého jadra. Vyššiu vlhkosť možno pripísať faktu, že beľové bukové drevo plní vodivú funkciu v žijúcom strome buka oproti nepravému jadru, ktoré je už menej priepustné pre tekutiny a tým vykazuje nižšiu vlhkosť o $w = \text{cca } 6 \%$. Obdobné hodnoty vlhkosti uvádza aj Račko (2004) vo svojej práci.

Namerané hodnoty acidity bele bukového dreva v čerstvom stave sú obdobnými údajmi, ako uvádza Geffert a kol. (2019) pre mokrého bukového dreva stanovené pH metrom SI 600 s vpichovou elektródou LanceFET+H od firmy SENTRON. Nižšiu hodnotu acidity mokrého dreva nepravého jadra voči beľovému bukovému drevu možno pripísať rozdielnemu chemickému zloženiu bele a nepravého jadra bukového dreva.

Technologickým procesom sušenia bukového dreva nedochádza len k úbytku hmotnosti z dôvodu odparovania vody z dreva, ale pôsobením tepla na drevo počas odparovania voľnej vody aj k miernej hydrolýze polysacharidov a to predovšetkým hemicelulóz. Z odštiepených acetylových skupín sa tvorí kyselina octovej a v menšej miere kyselina mravčia, ktorá zostáva v dreve aj po odparení vody. Zvlhčením dreva sa tieto kyseliny aktivujú, čo potvrdzujú i merania pH vysušeného dreva nepravého jadra a bele bukového dreva. Z grafického zobrazenia na obr. 2 je vidieť, že acidita nepravého jadra bukového dreva sušením poklesla o $\Delta\text{pH} = 0,34$ a sušením beľového bukového dreva o $\Delta\text{pH} = 0,28$.



Obrázok 2 Namerané hodnoty acidity nepravého jadra a bele bukového dreva pred a po procese sušenia

Nameraný rozdiel pH bele a nepravého jadra bukového dreva nie je veľký, pričom nepresahuje rozptyl hodnôt bežne spracovávaného dreva listnatých drevín mierneho pásma. Poznanie hodnôt acidity natívneho beľového bukového dreva a dreva s nepravým jadrom je dôležitým faktom, či už ako východzí stav pre ďalšiu modifikáciu dreva alebo pre voľbu povrchovej úpravy dreva pri ďalšom jeho spracovaní na hotový výrobok.

ZÁVER

V príspevku sú prezentované hodnoty acidity nepravého jadra a bele mokrého bukového dreva v čerstvom stave, ako aj vysušení na vlhkosť $w = 10\%$.

Hodnoty acidity mokrého nepravého jadra a bele bukového dreva sú $\text{pH} = 5,46 - 5,32$. Kým mokré drevo v čerstvom stave je mierne kyslé, tak procesom teplovzdušného sušenia poklesla hodnota acidity do kyslejších oblastí pri nepravom jadre bukového dreva o $\Delta\text{pH} = 0,34$ a pri beli bukového dreva o $\Delta\text{pH} = 0,28$.

Na základe prezentovaných hodnôt pH vysušeného nepravého jadra a bele bukového dreva nie je potrebné zvlášť zohľadňovať vhodnosť použitia lepidla či povrchovej úpravy na výroby finálneho použitia.

LITERATÚRA

- BABIÁK, M., ČUNDERLÍK, I., KÚDELA, J. 1990. Permeability and structure of beech wood. In: IAWA bulletin, 11(2): 115.
- BAUCH, J., KOCH, G. 2001. Biologische und chemische Untersuchungen über Holzverfärbungen der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) und Möglichkeiten vorbeugender Maßnahmen. In: Abschlussbericht, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Universität Hamburg. Vol. 216, p. 84.
- BLAŽEJ, A., ŠUTÝ, L., KOŠÍK, M., KRKOŠKA, P. GOLIS, E. 1975. Chémia dreva. ALFA, Bratislava. 221 s.
- ČUDINOV, B. S., STEPANOV, V. L. 1968. Phasenzusammensetzung der Wassers in gefrorenem Holz. In: Holztechnologie, 9(1): 14-18 s.



- DUDIAK, M., DZURENDA, L. 2020. Acidita (pH) termicky a hydrotermicky upravovaného bukového dreva. In: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2020: vedecký časopis. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2020, s. 37-40.
- GEFFERT, A., GEFFERTOVIÁ, J., DUDIAK, M. 2019. Direct Method of Measuring the pH Value of Wood. In: Forests 10(10), 852; DOI:10.3390/f10100852.
- IRLE, M. 2012. pH and why you need to know it. Wood Based Panels International Available online: <http://www.wbpionline.com/features/ph-and-why-you-need-to-know-it/>
- PŇAKOVIČ, Ľ., DZURENDA, L. 2015. Combustion characteristics of fallen fall leaves from ornamental trees in city and forest parks. In: BioResources, 10(3): 5563-5572. DOI: 10.15376/biores.10.3.5563-5572.
- RAČKO, V. 2004. Nepravé jadro buka a vybrané faktory ovplyvňujúce jeho tvorbu. In: Dizertačná práca. Technická univerzita vo Zvolene. 95s.
- RAČKO, V., ČUNDERLÍK, I. 2010. Zrelé drevo ako limitujúci faktor vzniku nepravého jadra buka (*Fagus sylvatica* L.). In: Acta facultatis xylologiae Zvolen, 52 (1): 15 – 24.
- SANDERMAN, W., ROTHKAMM, M. 1959. The determination of pH values of woods and their practical importance In: Holz Roh- Werkstoff, 17: 433-441.
- SOLÁR, R. 2004. Chémia dreva, Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen. 102 s. ISBN 80-228-1420-2
- ZEVENHOVEN, M. 2001. Ash-forming matter in biomass fuels. Åbo Akademi University. 88 s. ISBN 952-12-0813-9

PodĎakovanie:

Tento experimentálny výskum bol pripravený v rámci grantového projektu: APVV-21-0051 „Výskum nepravého jadra a bele dreva dreviny Buk lesný (*Fagus sylvatica* L.) za účelom eliminácie farebných rozdielov procesom termickej úpravy sýtou vodnou parou“ ako výsledok práce autora a značnej pomoci agentúry APVV.

Adresa autora:

Ing. Michal Dudiak, PhD.
Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene,
T.G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen,
e-mail: xdudiak@tuzvo.sk



VLASTNOSTI OPLÁŠŤOVANÝCH PREGLEJOK VYĽAHČENÝCH LASEROVOU TECHNOLOGIOU

Jozef Fekiač, Jozef Gáborík

Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra nábytku a drevárskych výrobkov

Abstrakt:

Vlastnosti opláštovaných preglejok vyľahčených laserovou technológiou. Príspevok sa zaoberá návrhom konštrukcie vyľahčených materiálov na báze bukových dýh a skúmaním ich ohybových charakteristík. Navrhnuté boli dve konštrukcie sedemvrstvových ľahčených preglejok s opláštovaním celistvou (neperforovanou dyhou) a ich vlastnosti boli porovnávané s referenčnou (plnou – nevyľahčenou) preglejkou. Zisťovanie ohybových vlastností sa uskutočnilo trojbodovým ohybom. Zisťovala sa pevnosť v ohybe, modul pružnosti v ohybe, minimálny polomer ohybu a koeficient ohýbateľnosti. Sledovaná bola tiež zmena hustoty a percento vyľahčenia navrhnutých konštrukcií ľahčených preglejok v porovnaní s plnou preglejkou. Výsledky poukázali na zníženie pevnosti, modulu pružnosti a na nárast minimálneho polomeru ohybu ľahčených preglejok pri dosiahnutom vyľahčení 17,4 – 32%.

Kľúčové slová: preglejka, vyľahčenie, pevnosť v ohybe, modul pružnosti v ohybe, minimálny polomer ohybu a koeficient ohýbateľnosti

ÚVOD

V posledných rokoch vstúpili aj do oblasti spracovania dreva myšlienky ekológie a environmentalistiky. Prejavili sa v navrhovaní konštrukčných prvkov drevostavieb a prvkoch ich vnútorného vybavenia. Trendom je znižovanie hmotnosti použitých konštrukčných materiálov [1]. Znižovanie hmotnosti materiálov prináša nielen ekologický, ale aj ekonomický efekt, t.j. zníženie spotreby dreva, energie, emisií formaldehydu a prepravných nákladov [2]. Vyľahčené drevné materiály umožňujú v dizajne nábytku využiť väčšie hrúbky materiálov bez toho, aby narastala hmotnosť výrobkov. Naopak pri zachovaní hrúbky materiálov vo výrobkoch sa podstatne znižuje ich hmotnosť, čo prináša benefity v manipulácii s výrobkami a uľahčuje ich prepravu [3]. Nový dizajn nábytku s nižšou hmotnosťou nachádza čoraz väčšiu akceptáciu aj u koncových užívateľov [4]. Nové trendy v dizajne nábytku zabezpečujú ergonomické štandardy s využitím nových materiálov šetrných k životnému prostrediu, čím sa podporuje optimalizované využívanie prírodných zdrojov.

Preto sa v posledných rokoch výskum sústreďuje aj do oblasti vývoja vyľahčených drevných materiálov a skúmaní ich vlastností [5, 6, 7]. Vyľahčený drevný materiál - preglejkového typu, s patentovanou technológiou výroby v roku 2018 získal niekoľko ocenení [2, 8].

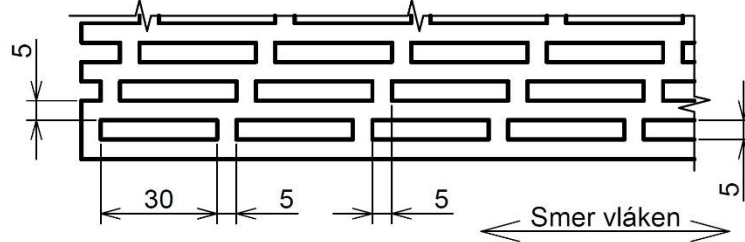
To svedčí o význame výskumu preglejovaných materiálov v oblasti ich vyľahčenia. Princípov zníženia hmotnosti preglejky je viacero. Jednou z možností ako znížiť hmotnosť preglejok je aj aplikácia cielene vytváraných perforácií buď v procese ich výroby alebo v hotovej preglejke.

V našej práci sme sa zamerali na prvú možnosť vyľahčenia preglejky. Skúmali sme vplyv viacerých konštrukcií vyľahčenia na ohybové vlastnosti nového preglejovaného materiálu.



METODIKA

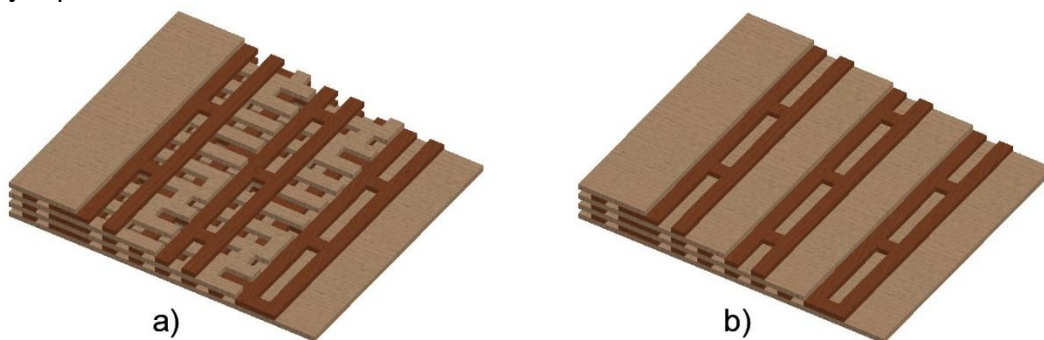
Pre experiment sme použili lúpané dyhy z dreveniny buk lesný (*Fagus Sylvatica*, L.) s hrúbkou 2 mm, priemernej hustoty 707 kg.m^{-3} s vlhkosťou $7 \pm 1 \%$. Z dýh boli vymanipulované prírezy o rozmeroch $320 \times 320 \text{ mm}$, z ktorých časť bola následne upravená perforovaním prostredníctvom CO_2 lasera Eagle s výkonom 100 Watt. Perforácie sme zvolili v tvare obdĺžnika s rozmerom $5 \times 30 \text{ mm}$, pričom dlhší rozmer perforácie bol orientovaný vždy v smere vlákien dreva. Vzďialenosť medzi jednotlivými perforáciami v smere kolmo a rovnobežne s vláknami bola rovnako ako šírka perforácie 5 mm. Jednotlivé perforácie boli voči sebe vzájomne posunuté o 5 mm (Obrázok 1).



Obrázok 1 Rozmiestnenie perforácií v dyhe v smere rovnobežne s vláknami dreva

Navrhli sme dve konštrukcie ľahčených sedemvrstvových preglejok. Prvá konštrukcia pozostávala z vyľahčeného jadra (5 vrstiev perforovaných dýh) a plného plášťa (jedna celistvá dyha na oboch vonkajších plochách). V celistvých dyhách prebiehali drevné vlákna v pozdĺžnom smere (Obrázok 2a).

V druhej navrhovanej konštrukcii vyľahčenej sedemvrstvovej preglejky bolo aplikované pri vrstvení striedanie perforovaných a celistvých dýh, pričom celistvé dyhy sa opäť nachádzali v povrchových vrstvách (Obrázok 2b). Ako porovnávaciu základňu sme pripravili referenčné preglejky pozostávajúce z celistvých dýh vo všetkých siedmych vrstvách. Všetky konštrukcie preglejky boli pripravené systémom krížového vrstvenia, kde jednotlivé dyhy v súbore boli voči sebe otočené vždy o 90° vzhľadom na smer vlákien dreva. Celkovo bolo vyrobených 6 kusov preglejok pre každú navrhnutú konštrukciu.

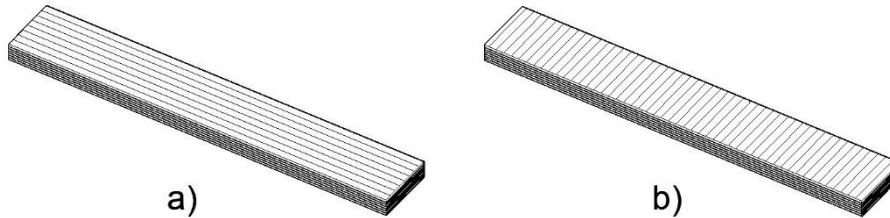


Obrázok 2 Navrhnuté konštrukcie ľahčených preglejok: a) s vyľahčeným jadrom a celistvým plášťom; b) so striedavým usporiadaním perforovaných a celistvých dýh

Preglejky boli lepené polyvinylacetátovým lepidlom (PVAc) Technobond (výrobca Agglu) s triedou odolnosti proti vode D3. Lepidlo bolo na dyhy nanášané valčekom v nánose 150 g.m^{-2} . Lisovanie preglejok sa vykonalo za studena (teplota lisovacích platní $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$) v hydraulickom lise Fontijne TP 400 pri lisovacom tlaku $0,8 \text{ MPa}$ v čase 20 minút. Následne boli preglejky 7 dní uložené pri teplote $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ a relatívnej vlhkosti 45%.



Z každej preglejky sme pripravili 4 skúšobné telesá so šírkou 50 mm a dĺžkou zhodnou s formátom preglejky (320 mm). Jedna polovica preglejok každej konštrukcie bola delená pozdĺž vlákien a druhá polovica naprieč vlákien. Vznikli tak dve skupiny skúšobných telies s orientáciou vlákien rovnobežne (pozdĺžne telesá – Obrázok 3a) a kolmo (pričné telesá – Obrázok 3b) k pozdĺžnej osi skúšobného telesa.



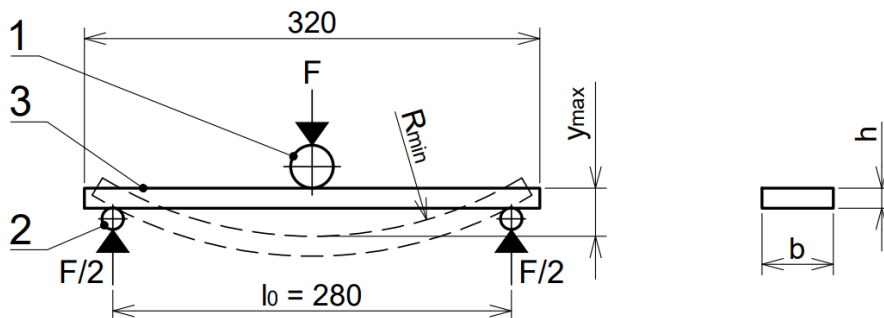
Obrázok 3 Skúšobné telesá: a) pozdĺžne; b) priečne

Každé skúšobné teleso bolo odvážené s presnosťou na 0,01 g a boli zmerané jeho rozmery (hrúbka, šírka a dĺžka). Podľa vzorca pre výpočet hustoty (vzťah 1) bola vypočítaná hustota skúšobných telies pri aktuálnej vlhkosti. Porovnaním hustoty ľahčených preglejok s hustotou referenčnej preglejky sme stanovili dosiahnuté percento vyľahčenia.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}) \quad (1)$$

kde: ρ – hustota ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$),
 m – hmotnosť (kg),
 V – objem (m^3).

Vzhľadom na smer vlákien a pozdĺžnu os telesa boli skúšobné telesá zaťažované rovnobežne s vlákňami a kolmo na vlákna podľa normy STN EN 310 [10] trojbodovým ohybom (Obrázok 4), pričom sa zaznamenával priehyb a sila až do okamihu porušenia skúšobného telesa.



Obrázok 4 schéma trojbodového ohybu podľa STN EN 310;
 kde: 1 je zaťažovací tŕň; 2 sú podpery; 3 je skúšobné teleso

Zo zistených parametrov boli vypočítané ohybové charakteristiky testovaných materiálov: pevnosť v ohybe (vzťah 2), modul pružnosti v ohybe (vzťah 3), minimálny polomer ohybu (vzťah 4) vyjadrený aj koeficientom ohýbateľnosti (vzťah 5):

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

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



$$R_{min} = \frac{l_0^2}{8 \cdot y_{max}} + \frac{y_{max}}{2} \quad (\text{mm}); \quad (4)$$

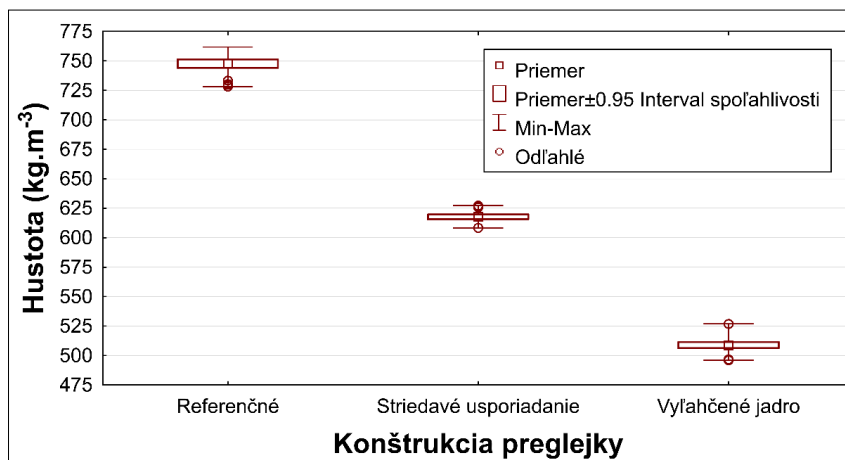
$$k_{oh} = \frac{h}{R_{min}} \quad (-); \quad (5)$$

- kde: σ_{oh} – pevnosť v ohybe (MPa),
 F_{max} – sila pri zlomovom zaťažení (N),
 l_0 – vzdialenosť medzi podperami skúšobného prípravku – $l_0 = 20 \cdot h$ (mm),
 b – šírka skúšobného telesa (mm),
 h – hrúbka skúšobného telesa (mm),
 E_{oh} – modul pružnosti v ohybe (MPa),
 F_{40} – 40% z F_{max} (N),
 F_{10} – 10% z F_{max} (N),
 y_{40} – priehyb nameraný pri sile F_{40} (mm),
 y_{10} – priehyb nameraný pri sile F_{10} (mm),
 R_{min} – minimálny polomer ohybu (mm),
 y_{max} – maximálny priehyb (priehyb pri zlomovom zaťažení) (mm),
 k_{oh} – koeficient ohýbateľnosti (-).

Vypočítané ohybové charakteristiky sme spracovali a vyhodnotili v programe STATISTIKA 12.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Prvou sledovanou a hodnotenou vlastnosťou preglejok s navrhnutou vyľahčenou konštrukciou bola ich hustota. Zistené hustoty (Obrázok 5) poukazujú na jednoznačný pokles hustoty vyľahčených preglejok. S nárastom počtu perforovaných dýh v hrúbke preglejky hustota klesala. V porovnaní s referenčnými (plnými) preglejkami (priemerná hustota $747,8 \text{ kg.m}^{-3}$) sme zaznamenali pri konštrukcii so striedavým usporiadaním perforovaných a celistvých dýh pokles hustoty v priemere o 130 kg.m^{-3} (vyľahčenie 17,4%) a pri konštrukcii s vyľahčeným jadrom a celistvým plášťom poklesla hustota o $238,9 \text{ kg.m}^{-3}$ (vyľahčenie 32,0%).



Obrázok 5 Graf závislosti hustoty od konštrukcie preglejky



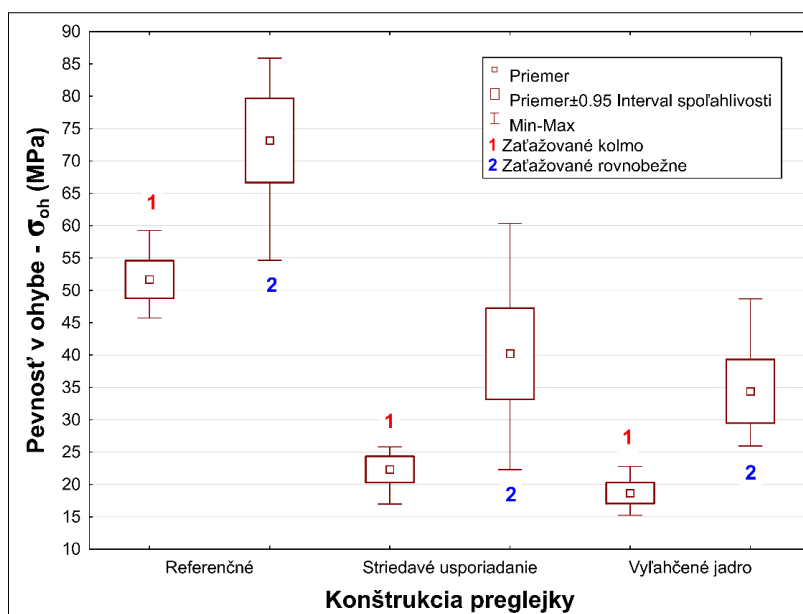
Vyláhčenie okolo 30 % dosahuje aj komerčne dostupný materiál Aerowood (pregleovaný materiál s ľahčným jadrom a celistvým plášťom) vytvorený iným princípom vyláhčenia [8, 9].

V grafoch na Obrázok 6 a Obrázok 7 je vidieť, že pevnosť a modul pružnosti v ohybe sa pri navrhovaných konštrukciách ľahčených preglejok znížili, v porovnaní s referenčnými (plnými) preglejkami. Tiež môžeme vidieť, že medzi vyláhčenými konštrukciami už nedošlo k tak výraznému poklesu ohybových vlastností ako v porovnaní s referenčnou preglejkou.

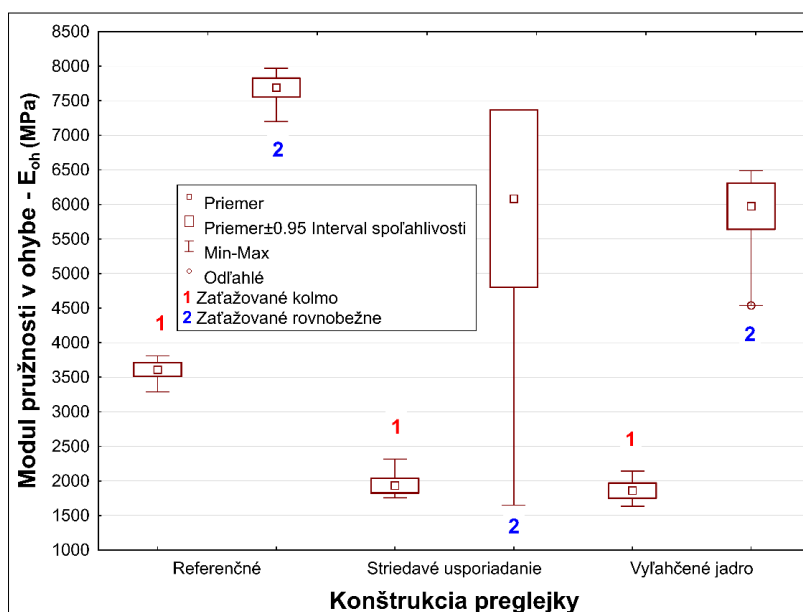
Medzi konštrukciou so striedavým usporiadaním vrstiev a konštrukciou s vyláhčeným jadrom sa hmotnosť znížila o 14,6 % a pokles pevnosti vykazoval podobnú tendenciu (pokles o 14,5 – 16,5 %). Modul pružnosti sa znížil ešte v menšom rozsahu (o 1,8 – 3,7 %). Z toho môžeme vydedukovať, že značný vplyv na zmenu ohybových vlastností vyláhčených preglejok má použitie celistvej dyhy ako plášťa v oboch konštrukciách.

Vzhľadom na smer zaťažovania skúšobných telies sme zaznamenali nižšiu pevnosť a modul pružnosti pri zaťažovaní kolmo na vlákna, a to pri všetkých konštrukciách preglejky v porovnaní so zaťažovaním rovnobežne s vláknami. Viaceré štúdie [11, 12, 13] uvádzajú podobné výsledky.

Po zaťažovaní rovnobežne a kolmo na vlákna bol rozdiel pevnosti pri referenčných preglejkách 21,46 MPa (29,3%), pri konštrukcii so striedavým usporiadaním bol rozdiel 17,88 MPa (44,5%) a pri konštrukcii s vyláhčeným jadrom bol rozdiel 15,73 MPa (45,7%). Podobne to bolo aj pri module pružnosti, ktorý vykazoval pri referenčných preglejkách rozdiel 53% a pri vyláhčených 68,2 – 68,9%.



Obrázok 6 Graf ohybovej pevnosti v závislosti od konštrukcie preglejky a smeru zaťažovania (rovnobežne a kolmo na vlákna) pri trojbodovom ohybe



Obrázok 7 Graf ohybového modulu pružnosti v závislosti od konštrukcie preglejky a smeru zaťažovania (rovnoobežne a kolmo na vlákna) pri trojbodovom ohybe

Perforované dyhy v konštrukcii preglejok negatívne ovplyvnili aj minimálny polomer, na ktorý je možné vyľahčený materiál ohnúť. V porovnaní s referenčnými (plnými) preglejkami minimálny polomer ohybu (R_{min}) vzrástol pri striedavom usporiadaní vrstiev o 32 – 40 %. Preglejka s vyľahčeným jadrom a celistvým plášťom vykazovala výraznejší nárast R_{min} , a to o 75 – 87 %.

Aby sme pri hodnotení minimálneho polomeru ohybu eliminovali vplyv hrúbky porovnávaných konštrukcií preglejok, prepočítali sme polomery na koeficienty ohýbateľnosti (k_{oh}). Čím je k_{oh} bližšie k číslu jedna, tým je materiál ohybnejší (možno dosiahnuť menší R_{min} pri danej hrúbke materiálu). Prehľad vypočítaných minimálnych polomerov ohybu prepočítaných aj na koeficienty ohýbateľnosti uvádza Tabuľka 1.

Tabuľka 1 Minimálne polomery ohybu (R_{min}) a koeficienty ohýbateľnosti (k_{oh}) skúmaných preglejok

Smer zaťažovania	Konštrukcia preglejky	Minimálny polomer ohybu R_{min} (mm)	Koeficient ohýbateľnosti k_{oh} (-)
Kolmo na vlákna	Referenčné (plné)	497	0,028
	Striedavé usporiadanie vrstiev	654	0,021
	Vyľahčené jadro a celistvý plášť	868	0,016
Rovnoobežne s vláknami	Referenčné (plné)	930	0,015
	Striedavé usporiadanie vrstiev	1300	0,011
	Vyľahčené jadro a celistvý plášť	1742	0,008



ZÁVER

Vplyvom aplikácie perforovaných dýh do konštrukcie preglejok došlo k zníženiu ich hmotnosti – hustoty (k vyľahčeniu) o 17,4 – 32 %. So zmenou hustoty sa menili aj ohybové vlastnosti. V závislosti od smeru zaťažovania a konštrukcie preglejky klesla pevnosť v porovnaní s referenčnými preglejkami o 45 – 64% a modul pružnosti o 21 – 48 %. Vzájomným porovnaním vlastností vyľahčených preglejok už k tak výraznej zmene nedošlo.

Minimálny polomer ohybu vplyvom navrhnutých spôsobov vyľahčenia preglejok vzrástol o 32 – 87 %, čo je z pohľadu praktického využitia považované za negatívum.

LITERATÚRA

1. SARMIN, S. N. 2015. Lightweight Building Materials of Geopolymer Reinforced Wood Particles Aggregate – A Review. In Trans Tech Publications, Switzerland, Applied Mechanics and Materials, (2015), Vol. 802, s. 220-224, DOI10.4028/www.scientific.net/AMM.802.220.
2. LIGHTWEIGHT PANELS. 2018. One of the Paths Leading to Product Innovation. Materiály – FPInnovations Forintek Divison. Available online: http://www.valuetowood.ca/imports/pdf/en/tech_profiles/TP-09-01E_Lightweight%20Panels%20web.pdf. (accessed on 20 March 2018).
3. ĽAHKÉ PANELY NA NÁBYTOK. 2021. Available online: <https://www.panelsystems.co.uk/advice-centre/lightweight-composite-and-honeycomb-panels/what-are-lightweight-furniture-panels-their-uses-and-benefits> (accessed on 19 July 2021)
4. BERGER, G.; BARBU, M.C.; HUBER, H.; BERGER, J.; SCHWARZMANN, G. Applying. 2016. Biomimicry in Lightweight Wood Panel Development. World Conference on Timber Engineering, Vienna, Austria, 22.-25. 8. 2016; Conference Paper 8 p.
5. EBNER, M., PETUTSCHNIGG, A. J. 2005. Lightweight constructions-paper materials as a new option to build furniture. In Proceeding International Scientific Conference Interior and Furniture Design, University of Forestry, 17-18 October, Sofia, s. 119-131.
6. POPPENSIEKER, J., THÖMEN, H. 2005. Wabenplatten für den Möbelbau. In Arbeitsbericht, Instituts für Holzphysik und mechanische Technologie des Holzes Nr. 2005/02, 103 s.
7. JIVKOV, V., SIMEONOVA, R., KAMENOV, P., MARINOVA, A. 2012. Strength properties of new lightweight panels for furniture and interiors. In Proceedings - 23rd international scientific conference. Wood is good – with knowledge and technology to a competitive forestry and wood technology sector. Zagreb, Croatia, 2012, 49-58, ISBN: 978-953-292-026-0.
8. THE PATENTED LIGHTWEIGHT BOARD Made from Wood and Air! Available online: <https://schweitzer-austria.com/en/products/aerowood> (accessed on 31 March 2021).
9. ČAPKA, R. Interzum 2019: Více vystavovatelů i návštěvníků. Drevársky Magazín 2019, 20, 36–42.
10. STN EN 310. Dosky na báze dreva. Zisťovanie Modulu Pružnosti v Ohybe a Pevnosti v Ohybe. Slovak Office of Standards, Metrology and Testing: Bratislava, Slovakia, 1998.
11. Bal, B.C.; Bektas, I. Some mechanical properties of plywood produced from eucalyptus, beech, and poplar veneer. Maderas Cienc. Tecnol. 2014, 16, 99–108.
12. Merhar, M. Determination of dynamic and static modulus of elasticity of beech plywood. Les/Wood 2020, 69, 59–69.
13. BEKHTA, P., SALCA, E-A., LUNGULEASA, A. 2020: Some properties of plywood panels manufactured from combinations of thermally densified and non-densified veneers of different thicknesses in one structure, Journal of Building Engineering, Volume 29, 2020, 101116, ISSN 2352-7102, <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.101116>.



Podakovanie:

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-20-0159 a grantovou agentúrou VEGA na základe projektu č. 1-0264-22 Vplyv procesných parametrov CNC technológie na kvalitu nábytkových spojov.

Adresa autorov:

Ing. Jozef Fekiač, PhD.; doc. Ing. Jozef Gáborík, CSc.

Technická univerzita vo Zvolene

Drevárska fakulta

Katedra nábytku a drevárskych výrobkov

T. G. Masaryka 24

960 01 Zvolen, Slovensko

jozef.fekiac@tuzvo.sk; gaborik@tuzvo.sk



VYBRANÉ VLASTNOSTI VYĽAHČENEJ BUKOVEJ PREGLEJKY

Jozef Gáborík, Jozef Fekiač, Anna Vilhanová, Marek Vojtkuliak, Patrik Halčín

Abstrakt:

Vybrané vlastnosti vyľahčenej bukovej preglejky. Moderný nábytok kladie vysoké požiadavky na materiály používané pri jeho výrobe. Dôležitým ukazovateľom kvality nábytku je hmotnosť, čo sa prejavuje v používaní vyľahčených drevných materiálov ako sú voštinové dosky alebo vyľahčené drevotrieskové dosky a podobne. Predmetom našej práce je návrh konštrukcie vyľahčeného vrstveného materiálu - preglejky na báze bukových dýh a vzduchových medzier. Skúmali sme vybrané fyzikálne a mechanické vlastnosti ako je hustota, pevnosť a modul pružnosti v ohybe z pohľadu zníženia hmotnosti – vyľahčenia a lepenej plochy v preglejke. Sledované ohybové vlastnosti vyľahčenej preglejky sa znižovali výraznejšie ako pokles hmotnosti.

Kľúčové slová: preglejovaná doska, vyľahčenie, pevnosť v ohybe, modul pružnosti v ohybe

ÚVOD

Drevo je vyhľadávanou surovinou pre výrobu veľkého množstva produktov uspokojujúcich ľudské potreby. Drevo ako prírodný materiál spolu s prírodnými textíliami je elementom uvoľnenia vo vzruchovej klíme umelých stavebných hmôt a má výrazne pozitívny emocionálny efekt [4].

Drevo z buka má vskutku široké uplatnenie. Bukové drevo je ideálne na výroby používané v interiéri. Uplatňuje sa nielen v domácnostiach, ale i v rôznych verejných zariadeniach. Pri dobrej starostlivosti a použití v interiéri sa ich životnosť ráta na desiatky rokov [12]. Produkty vyrobené z dreva výlučne mechanickou cestou zahŕňajú v sebe niektoré negatívne vlastnosti ako je anizotropia, nerovnomerná štruktúra, chyby, napúčanie a zosychanie, šúverenie [4]. Uvedené nedostatky rastlého dreva je možné čiastočne odstrániť modifikáciou jeho vlastností chemicko-mechanickým a chemickým spracovaním na listové, doskové materiály a bloky ako sú: drevotrieskové a drevovláknité dosky, latovky, dyhy, preglejované dosky a podobne [4]. Na Slovensku máme dostatočné zdroje bukového dreva. Drevina buk má v slovenských lesoch až 34 % zastúpenie, preto využitiu bukového dreva je potrebné venovať zvýšenú pozornosť [12].

Jednou z možností jeho využitia je výroba preglejovaných materiálov. Preglejované dosky sú najstaršie materiály z kategórie aglomerovaných materiálov. V nábytkárskej výrobe majú preglejované dosky uplatnenie predovšetkým ako výplňový materiál v rámových konštrukciách, ako konštrukčný materiál na kostry čalúneného nábytku alebo ako pracovné dosky pri výrobe kuchynského nábytku. V posledných rokoch nastúpil vo výrobe drevných materiálov trend ich vyľahčenia. Vyľahčenie spočíva v zmene štruktúry a hustoty v priereze hrúbky dosky alebo v kombinácii drevných materiálov s plastmi a podobne. Fyzikálne, mechanické a estetické vlastnosti bukového dreva predurčujú jeho široké uplatnenie v mnohých oblastiach.

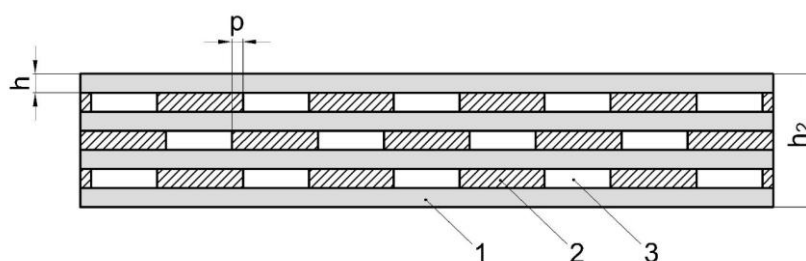
Cieľom práce bol návrh konštrukcie vyľahčeného konštrukčného materiálu na prírodnej báze. Zamerali sme sa na preglejky z bukovej dyhy. Sledovali sme pevnostné a pružnostné charakteristiky v ohybe. Vyľahčenie preglejovaného materiálu spočívalo v zmene štruktúrného usporiadania dýh v konštrukcii. V pozdĺžnych vrstvách preglejovanej dosky boli



celistvé bukové dyhy a priečných vrstvách boli medzi dyhovými pásikmi zakomponované vzduchové medzery.

METODIKA

Súbor vyľahčenej preglejovanej dosky sa skladal z pozdĺžnych nevyľahčených vrstiev a z priečných vyľahčených vrstiev. Jednotlivé vrstvy tvorili dyhy hrúbky 2 mm z dreveniny buk. Tieto vrstvy sa navzájom striedali pričom prvá a posledná vrstva bola nevyľahčená. Vo vyľahčenej vrstve sa striedali pásy bukovej dyhy a vzduchové medzery. Striedaním nevyľahčenej – celistvej a vyľahčenej vrstvy bola vytvorená sedemvrstvová preglejka. Pripravili sme niekoľko konštrukcií preglejok s rozdielnymi veľkosťami vzduchovej medzery. Vzduchové medzery boli široké $20 \div 100$ mm a boli usporiadané nad sebou striedavo. Šírka bukových pásikov vo vyľahčenej vrstve bola $30 \div 160$ mm a prekrytie (preloženie) bolo $5 \div 30$ mm (obr.1).



Obrázok 1. Konštrukcia vyľahčenej preglejky

h – hrúbka dyhy (2 mm), h_2 – celková hrúbka vyľahčenej preglejky (cca 14 mm), 1 – pozdĺžna dyha, 2 – priečna dyha (šírka $30 \div 160$ mm), 3 – vzduchová medzera (šírka $10 \div 100$ mm), p – prekrytie (preloženie) priečných dých ($5 \div 30$ mm)

Ako spojovací materiál bolo použité disperzné lepidlo (PVAC) triedy D3. Veľkosť nánosu bola 200 g/m^2 . Lepidlo bolo nanášané na celistvé vrstvy preglejkového súboru. Smer vlákien v dyhových pásikoch bol kolmý na smer vlákien v celistvých vrstvách. Pripravený súbor bol zlisovaný v jednoetážovom lise za studena, t. j. pri teplote $18 \div 20^\circ\text{C}$ a lisovacím tlakom $1,0 \text{ MPa}$. Pre porovnanie vlastností bola pripravená nevyľahčená preglejovaná doska z dých rovnakej hrúbky, ako preglejovaná doska vyľahčená. Nános lepidla bol použitý zhodný ako v prípade vyľahčenej preglejovanej dosky. Vyrobené preglejované dosky mali rozmer $L = 1000 \text{ mm} \times B = 400 \text{ mm} \times H = 14 \text{ mm}$.

Po vylisovaní sa preglejované dosky klimatizovali v bežných laboratórnych podmienkach, pri teplote vzduchu cca 20°C po dobu 2 mesiacov. Z vyrobených preglejovaných materiálov sme vymanipulovali skúšobné telesá pre skúmanie vybraných vlastností. Z hľadiska možností uplatnenia navrhnutého vyľahčeného preglejovaného materiálu v nábytkových konštrukciách bolo potrebné overiť zníženie jeho hmotnosti – hustoty, pevnostné a pružnostné vlastnosti v ohybe. Pri overovaní vybraných vlastností boli uplatnené postupy podľa platných technických noriem. Podľa všeobecného vzťahu (1) bola stanovená hustota vyľahčenej preglejovanej dosky:



$$\rho = \frac{m}{V} \quad [kg \cdot m^{-3}] \quad (1)$$

kde: ρ – hustota [$kg \cdot m^{-3}$]
 m – hmotnosť [kg]
 V – objem [m^3]

Pevnosť v ohybe a modul pružnosti v ohybe pri jednoosovom zaťažení bola zisťovaná podľa STN EN 310 [11]. Pevnosť v ohybe (σ_o) bola vypočítaná podľa vzťahu (2) a modul pružnosti (E_o) podľa vzťahu (3).

Pevnosť v ohybe:

$$\sigma_o = \frac{3 \cdot F_{max} \cdot l_o}{2 \cdot b \cdot h^2}, \quad (2)$$

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

Modul pružnosti v ohybe:

$$E_o = \frac{(F_{40} - F_{10}) \cdot l_o^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot (y_{40} - y_{10})} \quad (3)$$

kde: E_o – modul pružnosti v ohybe [MPa]
 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],

Pri hodnotení vlastností vyľahčených preglejok sme sa zamerali na vzťah vyľahčenia, veľkosti vzduchovej medzery a lepenej plochy na sledované mechanické vlastnosti.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Hustota

Určiť hustotu takto vyľahčeného materiálu je dosť problematické, pretože vyľahčením vznikli miesta s vyššou hustotou a s nižšou hustotou. Hustotu sme zisťovali na zalisovaných doskách formátovaných na rozmer 330 x 990 mm, z ktorých sa vyrábali skúšobné telesá. Po klimatizácii bola vlhkosť preglejovaných dosiek $w = 7,2 \div 8,1$ %. Hustota pri danej vlhkosti bola pri nevyľahčenej celobukovej preglejke $\rho_w = 708 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (tab. 1). Slovenský



dlhoročný výrobca bukových preglejok Bučina DDD udáva hustotu celobukovej preglejky 780 kg.m^{-3} , ktorá je vyššia ako v našom prípade [3]. Vyššiu hustotu $\rho_{12} = 760 \text{ kg.m}^{-3}$ a tomu odpovedajúce vyššie pevnostné vlastnosti uvádzajú aj Reinprecht et al. [10]. Vyššiu hustotu 793 kg.m^{-3} uvádza aj Bekhta 2007 [1]. Bekhta et al. 2020 uvádzajú pre tenšie bukové preglejky hustotu $721,8 \text{ kg.m}^{-3}$ a pre hrubšie $655,9 \text{ kg.m}^{-3}$ [2]. Z porovnania hustoty vyľahčených preglejovaných dosiek s hustotou preglejovanej dosky nevyľahčenej celobukovej vyplýva, že hmotnosť dosiek so vzduchovými medzerami sa v našich experimentoch znížila o $9,2 \div 19,1 \%$ (tab. 1 a 2). Pokles hmotnosti - vyľahčenie je závislý od skladby vrstiev, veľkosti vzduchových medzier a prekrytia dýh. Vzhľadom na konštrukciu sa menila veľkosť plochy zlepených miest, čo sa taktiež prejavilo na vlastnostiach vyľahčených preglejok (tab. 1). V prípade porovnania s hustotami preglejok uvedených autorov by bol pokles hmotnosti výraznejší.

Tabuľka 1 Sledované vlastnosti preglejovaných materiálov

Typ konštrukcie preglejky	Hustota ρ_w [kg.m^{-3}]	Vzduchová medzera [mm]	Lepená plocha ²⁾ [m^2]	Pevnosť v ohybe σ_{ow} [MPa]	Modul pružnosti v ohybe E_{ow} [MPa]	
Plná	708	-	6	82,2	7916	
Vyľahčená	10/10 ¹⁾	10	4,56	56,8	7586	
	20/5	20	3,6	52,3	6570	
	30/10	30	3,78	51,8	5728	
	40/5	40	3,35	50,8	5054	
	50/30	643	50	4,18	69,3	6483
	100/30	624	100	3,76	45,5	7673

Poznámka: ¹⁾ – vyľahčená preglejka: prvé číslo - vzduchová medzera (10 mm) a druhé číslo - prekrytie (preloženie) dýh (10 mm)

²⁾ – veľkosť lepenej plochy v 1 m^2 preglejovanej dosky

Pevnosť v ohybe a modul pružnosti v ohybe

Vo všeobecnosti je známe, že hustota dreva je dôležitý faktor, ktorý ovplyvňuje jeho vlastnosti a možnosti použitia [9]. Materiály a vyššou hustotou sa zvyčajne prezentujú lepšími mechanickými vlastnosťami. Natívne drevo sa zhusťuje, aby sa zlepšili jeho mechanické vlastnosti, hlavne pevnosť dreva [5, 6,7]. Uvedený vzťah môžeme pozorovať aj pri preglejovaných materiáloch [10].

K podobným záverom sme dospeli pri vyhodnotení vlastností našich preglejok. V plnej miere sa to potvrdilo pri sledovaných nevyľahčených a čiastočne pri vyľahčených preglejkách (tab. 1). So znižovaním hustoty sa znižovala pevnosť a modul pružnosti v ohybe. Tendencia znižovania vlastností je podobná ako pri znižovaní hustoty. Pokles pevnosti vyľahčených preglejok je výraznejší ako pokles hustoty. Pevnosť klesla o $15,7 \div 44,7 \%$ oproti pevnosti celobukovej nevyľahčenej preglejke. Podobná situácia je aj pri module pružnosti, kde sme zaznamenali pokles o $3,1 \div 36,2\%$. Sledované vlastnosti ovplyvnila aj veľkosť lepenej plochy



v preglejke a prekrytia dyhových pásov v stredových vrstvách (tab.2). Vplyv veľkosti lepenej plochy je výraznejší ako prekrytie.

Tabuľka 2 Zmena vlastností vyľahčenej preglejky oproti nevyľahčenej - plnej preglejke

Typ preglejky		Zmena hmotnosti - vyľahčenie Δ_m [%]	Zmena lepenej plochy [%]	Zmena pevnosti [%]	Zmena modulu pružnosti [%]
Nevyľahčená – plná *)		-	-	-	-
Vyľahčená	10/10	-11,2	-24,0	-30,9	-4,2
	20/5	-15,5	-40,0	-36,4	-17,0
	30/10	-19,1	-37,0	-37,0	-27,6
	40/5	-17,5	-44,2	-38,2	-36,2
	50/30	-9,2	-30,3	-15,7	-18,1
	100/30	-11,9	-37,3	-44,7	-3,1

Poznámka: *) vlastnosti celobukovej – nevyľahčenej preglejky predstavujú porovnávací základ (100 %)

Zo zistených výsledkov vyplýva, že na zmene sledovaných vlastností sa podieľa nielen zmenená hmotnosť, ale aj veľkosť lepenej plochy a prekrytie (preloženie) priečných dých. Zo sledovaných konštrukcií sa ukazuje ako najvhodnejšia vyľahčená preglejka s 50 mm vzduchovými medzerami a s prekrytím 30 mm ako aj kombinácia 10/10. Ďalšie sledované vyľahčené konštrukcie preglejok zaznamenali výraznejší úbytok pevnosti.

ZÁVER

Hustota materiálu vo všeobecnosti ovplyvňuje vlastnosti konštrukčných materiálov. Tento poznatok sa potvrdil aj pri navrhnutých vyľahčených preglejovaných doskách. Hustota vyľahčenej preglejovanej dosky bola nižšia ako nevyľahčenej celobukovej, čo sa prejavilo v znížení pevnosti v ohybe a modulu pružnosti v ohybe. Vyhovujúci kompromis medzi poklesom hmotnosti a poklesom mechanických vlastností sa získal pri konštrukcii so vzduchovou medzerou 50 mm s prekrytím 30 mm a konštrukcia 10/10.

Pre pokračovanie v hľadaní nových konštrukcií vyľahčenia preglejovaných materiálov len na báze dých, bude potrebné hľadať kompromis medzi veľkosťou a tvarom otvorov – vzduchových medzier a veľkosťou lepenej plochy vo vzťahu k vlastnostiam preglejky.



LITERATÚRA

1. BEKHTA, P., MARUTZKY, R. 2007: Reduction of glue consumption in the plywood production by using previously compressed veneer. *Holz Roh Werkst* (2007) 65: 87–88. DOI 10.1007/s00107-006-0142-8
2. BEKHTA, P., SALCA, E-A., LUNGULEASA, A. 2020: Some properties of plywood panels manufactured from combinations of thermally densified and non-densified veneers of different thicknesses in one structure, *Journal of Building Engineering*, Volume 29, 2020, 101116, ISSN 2352-7102, <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101116>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710219305352>)
3. BUČINA DDD – Pregleované dosky. 2018: Dostupné na internete: http://www.bucina.sk/german/Produkty/Preglejky/f_produkt_preglejka.HTM, 11. 9. 2018
4. DUDAS, J.- JOCHIM, S. 2008: Konštrukčné drevné materiály. Vydavateľstvo TU Zvolen, 160 s. ISBN 978-80-228-1938-1
5. FANG, CH., MARIOTTI, N., CLOUTIER, A., KOUBAA, A., BLANCHET, P. 2011: Densification of wood veneers by compression combined with heat and steam. *Eur. Journal Wood Prod* 70 (1):155–163, DOI 10.1007/s00107-011-0524-4, <http://www.researchgate.net/publication/225618265>
6. CHUCHRJIANSKI, P.N. 1953. Zušľachťovanie dreva I. Bratislava: Práca, 1953, 156 s.
7. INOUE, M., NORIMOTO, M., TANAHASHI M., ROWELL, R.M. 1993. Steam or heat fixation of compressed wood, *Wood Fiber Sci.* 25 (3), pp. 224–235.
8. MAHÚT, J.- RÉH, R.- VÍGLASKÝ, J. 1997. Kompozitné drevné materiály. Časť I. Dyhy a pregleované dosky. Vydavateľstvo TU Zvolen, 266 s. ISBN 80-228-0679-X
9. PELIT, H., SÖNMEZ, A., BUDAKCI, M. 2015. Effects of Thermomechanical Densification and Heat Treatment on Density and Brinell Hardness of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) and Eastern Beech (*Fagus orientalis* L.). *BioResources* 10 (2), pp. 3097-3111, DOI: 10.15376/biores.10.2.3097-3111
10. REINPRECHT, L., KMEŤOVÁ, L., IŽDINSKÝ J. 2012. Fungal decay and bending properties of beech plywood overlaid with tropical veneers. *Journal of Tropical Forest Science* 24 (4): pp. 490-497,
11. STN EN 310. Dosky na báze dreva. Zisťovanie modulu pružnosti v ohybe a pevnosti v ohybe.
12. ZELENÁ SPRÁVA 2019 - skrátená verzia. Available from: https://www.researchgate.net/publication/346921744_Zelena_sprava_2019_-_skratena_verzia [accessed Sep 13 2022].

Podakovanie:

Táto práca bola podporovaná grantovou agentúrou VEGA na základe projektu č. 1-0264-22, Vplyv procesných parametrov CNC technológie na kvalitu nábytkových spojov. Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-18-0378.

Adresa autorov:

doc., Ing. Jozef Gáborík, CSc., Ing. Jozef Fekiač, PhD., Ing. Anna Vilhanová, PhD.,
Ing. Marek Vojtkuliak, Bc. Patrik Halčín

Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta

Katedra nábytku a drevárskych výrobkov

T.G. Masryka 24, 960 53 Zvolen, Slovensko

gaborik@tuzvo.sk, vilhanova@tuzvo.sk, fekiac@tuzvo.sk, marekvojtuliak@gmail.com,

xhalcinp@is.tuzvo.sk



VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV NA ÚČINNOSŤ ŠITÝCH SPOJOV ČALÚNNICKEJ TEXTÍLIE

Anna Vilhanová, Nadežda Langová

Abstrakt:

Vplyv vybraných faktorov na účinnosť šitých spojov čalúnnickej textílie. Náplňou príspevku je experimentálne stanovenie vplyvu vybraných faktorov šitého spoja na jeho účinnosť. Spojovaným materiálom je čalúnnická poťahová textília Nanotex a faktormi šitých spojov, overované spoje vytvorené, boli šijacia niť, hrúbka šijacej ihly a dĺžka stehu. Pre experimentálne overovanie bol vybraný základný typ šitého spoja tzv. chrbtový. Pevnosť šitých spojov bola stanovená podľa metódy Strip.

Kľúčové slová: čalúnnický poťahový materiál, účinnosť spoja, šijacia niť, šijacia ihla, pevnosť šitého spoja

ÚVOD

Základnou funkciou poťahových materiálov v čalúnnictve je estetická a dizajnerská finalizácia čalúneného nábytku. Čalúnnické poťahové materiály sú klasifikované ako plošné, ktoré je pre možnosť vytvorenia poťahu čalúneného výrobku, potrebné deliť na jednotlivé diely a tie následne spájať. Najpoužívanjšou technikou spájania čalúnnických poťahových materiálov je strojové šitie. Mechanické a vzhľadové vlastnosti vytvorených šitých spojov významne ovplyvňuje konštrukcia a materiálové zloženie poťahového materiálu a tiež parametre faktorov, pomocou ktorých sú spoje vytvorené. Vhodnosť výberu faktorov šitého spoja pre konkrétny spájaný materiál je možné vyjadriť pomocou účinnosti spoja (Bhaves, a kol., 2018, Nazakat a kol., 2014). Za dôležité mechanické charakteristiky šitého spoja možno považovať jeho pevnosť, tuhosť, zvrásnenie, ústup nití vo šve a celkový vzhľad (Bharani, a kol., 2012).

Konštrukcia spájaného materiálu, materiálové zloženie, plošná hustota a prípadné chemické úpravy sú vlastnosti, ktoré majú vplyv na mechanické vlastnosti vzniknutých šitých spojov. Poškodenie spájaného materiálu v mieste prieniku šijacej ihly má za následok zoslabenie spájaného materiálu a tým tiež zníženie pevnosti spoja. Takéto poškodenia sú typické pre poťahové čalúnnické materiály s vysokou plošnou hustotou. Poškodenie – prerezanie textilnej priadze, ako konštrukčného elementu poťahového materiálu, šijacou ihlou sa vyskytuje v dôsledku tuhosti konštrukcie poťahového materiálu. Táto vlastnosť je typická pre tkaniny. Šijacia ihla teda pôsobí na spájaný materiál deštruktívne, jej hrúbku je potrebné voliť s ohľadom na hrúbku spájacej nite a konštrukciu spájaného materiálu.

Za jeden z najdôležitejších faktorov určujúcim pevnosť, elasticitu a trvanlivosť šitého spoja je považovaná šijacia niť (Carr a Latham, 1988; Sundaresan, a kol., 1997; Rengasamy a kol., 2003; Mandal a Abraham, 2010). Materiálové zloženie, dĺžka základných elementov, t.j. textilných vlákien a konštrukcia šijacej nite sú charakteristiky významne ovplyvňujúce pevnosť šitého spoja a tým aj účinnosť spojov. V oblasti spojov odevníckych textílií je vyššia účinnosť šitého spoja dosahovaná pri použití polyesterových šijacích nití než pri nitiach bavlnených (Rengasamy a kol., 2003).

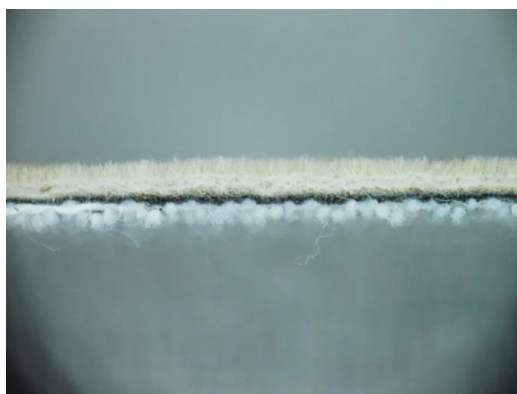
Zvrásnenie švu je vlastnosť skúmaná v oblasti spojov odevníckych textílií. Z výsledkov výskumu (Dobilaite a Juciene, 2006) vyplynulo, že pri šijacích polyesterových nitiach vznikalo menšie zvrásnenie švu než pri nitiach bavlnených. Problém zvrásnenia švu môže nastať aj pri



spájání poťahových čalúnnických materiálov v prípade, že tieto majú veľké rozdiely v hodnotách dĺžkovej rozťažnosti v smere osnovy a v smere útku. Počas procesu šitia dochádza tiež k dynamickému a tepelnému zaťažovaniu šijacej nite (Rudolf a kol., 2007)

MATERIÁL A METODIKA

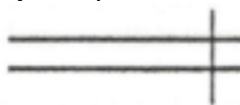
Experimentálne overované šité spoje boli vytvorené z čalúnnickej poťahovej textílie Nanotex. Jedná sa textíliu sendvičovej konštrukcie, kde rubová strana je tvorená listovou tkaninou, lícovú stranu tvorí vrstva textilných vlákien s nanoúpravou, ktoré sú ukotvené v spojivovej vrstve nanosennej na podkladovej textílii (obr. 1).



Obrázok 1 Sendvičová skladba nanotextílie Nanotex (autori)

Ako spojovacie materiály boli použité 2 druhy šijacích nití rovnakého materiálového zloženia t.j. 100 % polyester, rovnakej jemnosti 30 tex a rozdielnej konštrukcie. Rozdiel v konštrukcii nití bol v dĺžke základných vlákien - filamentov. Konštrukcia nite SYNTON 30 bola vytvorená z vlákien nekonečnej dĺžky a v konštrukcii nite BELFIL S 30 boli použité staplové vlákna. Šité spoje boli vytvorené s použitím strojových šijacích ihl typy MUVA s hrotom typu R č. 80 a č. 90.

Pre experimentálne overovanie bol vybraný šitý spoj typu 1.01.01 podľa ISO 4916 (obr. 2), ktorý tvorí jeden rad viazaných dvojniťových stehov.



Obrázok 2 Chrptový spoj (ISO 4916)

Kombinácie faktorov šitých spojov prostredníctvom ktorých boli vytvorené overované šité spoje sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Kombinácia faktorov šitých spojov pre zisťovanie maximálnej sily pri pretrhnutí šva

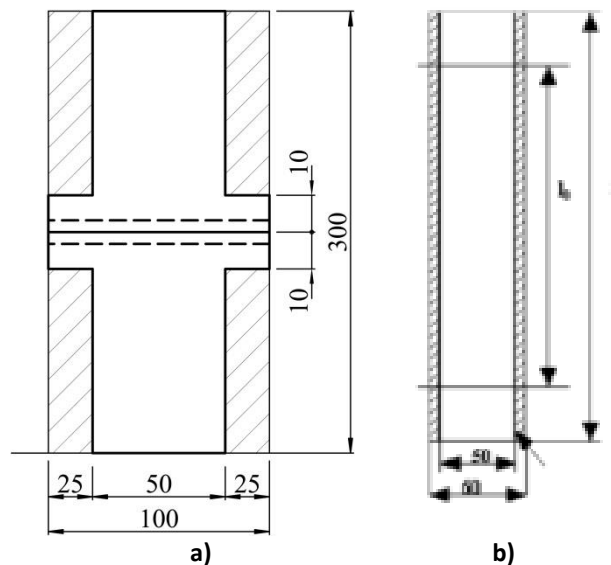
Typ šijacej ihly	Niť SYNTON 30						Niť BELFIL 30					
	Dĺžka stehu [mm]						Dĺžka stehu [mm]					
MUVA č. 80	2	2,5	3	3,5	4	4,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
MUVA č. 90	2	2,5	3	3,5	4	4,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5



Účinnosť šitého spoja vyjadruje pomer medzi pevnosťou spoja a pevnosťou spájaného materiálu a vyjadruje sa podľa vzťahu 1:

$$\text{účinnosť spoja} = \frac{\text{pevnosť šitého spoja}}{\text{pevnosť spájaného materiálu}} \times 100 [\%] \quad (1)$$

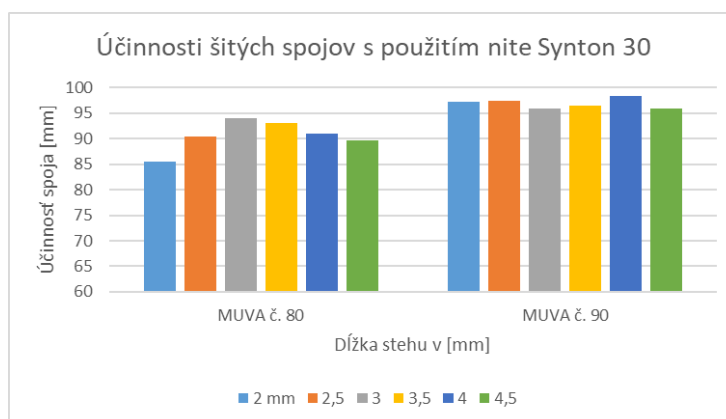
Pevnosť šitých spojov, vyjadrená ako maximálna sila pre pretrhnutie spoja, bola zisťovaná podľa metodiky Strip (STN EN ISO 13935-1). Spoje boli zaťažované ťahom kolmo na šev. Tvar a rozmery skúšobnej vzorky pre stanovenie pevnosti šitého spoja je na obr. 3a. Pevnosť spájanej čalúnnickej textílie bola zisťovaná podľa metodiky Strip (ČSN EN ISO 13934-1). Tvar a rozmery skúšobnej vzorky pre stanovenie pevnosti spájanej textílie je na obr. 3b.



Obrázok 3 Tvar a rozmery skúšobných vzoriek
a) STN EN ISO 13935-1, 2001, b) ČSN EN ISO 13934-1, 2013

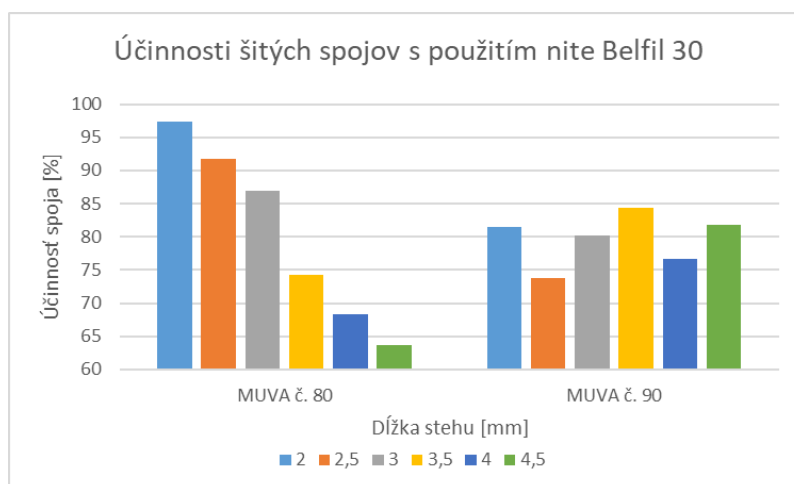
VÝSLEDKY

Na obrázku 4 sú graficky porovnané účinnosti šitých spojov overovanej čalúnnickej textílie Nanotex vytvorených s použitím šijacej nite Synton 30. Pri spojoch vytvorených s použitím šijacej ihly č. 80 najvyššia účinnosť spoja 94,07 % bola dosiahnutá pri spoji s dĺžkou stehu 3 mm. Pri spoji s dĺžkou stehu 2 mm bola zistená účinnosť spoja - 85,57 % čo je najnižšia zo všetkých overovaných spojov vytvorených s uvedenou šijacou niťou. Účinnosti šitých spojov vytvorených s použitím šijacej ihly č. 90 dosahovali v závislosti od dĺžky stehu varovanejšie hodnoty. Rozdiel medzi najnižšou a najvyššou zistenou účinnosťou bol 2,57 %. Najvyššia účinnosť spoja s použitím šijacej nite Synton 30 bola zistená pri spoji vytvorenom s šijacou ihlou č. 90 s dĺžkou stehu 4 mm.



Obrázok 4 Účinnosti šitých spojov s použitím šijacej nite z vlákien nekonečnej dĺžky

Grafické porovnanie účinností šitých spojov overovanej čalúnnickej textílie Nanotex vytvorených s použitím šijacej nite Belfil 30 sú uvedené na obrázku 5. Účinnosť šitých spojov, na vytvorenie ktorých bola použitá šijacia ihla č. 80, mali v súvislosti s predlžujúcou sa dĺžkou stehu klesajúcu tendenciu. Pričom ale najvyššia účinnosť 97,43 % pri spojoch vytvorených s uvedenou šijacou niťou bola zistená pri spoji s šijacou ihlou č. 80 s dĺžkou stehu 2 mm. Súčasne ale aj najnižšia účinnosť spoja 63,64 % bola zistená pri spojoch s použitím šijacej ihly č. 80. Pri spojoch vytvorených s použitím šijacej ihly č. 90 bola najvyššia účinnosť spoja 84,39 % dosiahnutá pri spoji s dĺžkou stehu 3,5 mm. Pri spojoch vytvorených s šijacou niťou Belfil 30 a šijacou ihlou č. 90 bol zistený rozdiel medzi najväčšou a najnižšou účinnosťou 10 %.



Obrázok 5 Účinnosti šitých spojov s použitím šijacej nite z vlákien strižových

ZÁVERY

Z výsledkov experimentov je možné konštatovať, že skúmané faktory majú vplyv na pevnosť šitých spojov a tým ovplyvňujú aj ich účinnosť. Čalúnická poťahová textília Nanotex má sendvičovú konštrukciu pričom nositeľom mechanických vlastností je podkladová textília. V tomto prípade je to tkanina plátrovej väzby. Jednotlivé priadze tvoriace konštrukciu tohto materiálu nemajú voľnosť pohybu, pretože sú fixované spojivovou vrstvou, ktorá tvorí medzivrstvu medzi podkladovou textíliou a lícovou stranou textílie (M. S. Ahmadi and S. Rahimi.) V procese šitia sú preto vystavené nebezpečeniu poškodenia prenikajúcou ihlou.



Použité šijacie ihly mali ostrý tvar hrotu, spojovaný materiál preto prepichovali a pravdepodobne poškodili priadze podkladovej textilie. Navrhujeme preto experimentálne overiť vplyv šijacích ihiel s hrotom LR, ktoré sú odporúčané pre spájanie povlakovaných čalúnnických materiálov typu umelá koža.

LITERATÚRA

- BHAVESH, R, MADHURI K, SUJIT G, SUDHIR M, RAICHURKAR P. 2018. Effect of Sewing Parameters on Seam Strength and Seam Efficiency. Trends Textile Eng Fashion Technol. 4(1). dostupné na internete: <https://crimsonpublishers.com/tteft/fulltext/TTEFT.000577.php>
- NAZAKAT, A., ABDUL, M. R., ZAMIR, A., HAFEEZULLAH, M., AHMER, H. 2014. Effect of Different Types of Seam, Stitch Class and Stitch Density on Seam Performance. J.App.Em. Sc. Vol 5, Issue 1. Dostupné na internete: https://www.researchgate.net/publication/299463005_Effect_of_Different_Types_of_Seam_Stitch_Class_and_Stitch_Density_on_Seam_Performance
- BHARANI M., SHIYAMALADEVI P.S.S., MAHENDRA GOWDA R.V. 2012. Characterization of Seam Strength and Seam Slippage on Cotton fabric with woven Structures and Finish. In. Research Journal of Engineering Sciences, Vol. 1(2), 41-50,. ISSN 2278 – 9472
- CARR, H.- LATHAM, B. 1988. The technology of clothing manufacture (Blackwell Scientific Publications) 274 p.
- SUNDARESAN, G., HARI, P.K., SALHOTRA, K.R. 1997. Strength reduction of sewing threads during high speed sewing in an industrial lockstitch machine: Part I - mechanism of thread strength reduction. International Journal of Clothing Science and Technology. ISSN: 0955-6222. dostupné na internete: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09556229710185460/full/html>
- R. S. RENGASAMY, V. K. KOTHARI, R. ALAGIRUSAMY, S. MODI. 2003. Studies on air-jet textured sewing threads, Indian Journal of Fibre and Textile Research, vol. 28, no. 3, pp. 281–287, 2003.
- SUMIT MANDAL, NANDITA ABRAHAM. 2010. An overview of sewing threads mechanical properties on seam quality. Pakistan Textile Journal 59(1):40-43, dostupné na internete: https://www.researchgate.net/publication/286134984_An_overview_of_sewing_threads_mechanical_properties_on_seam_quality
- DOBILAITE V, JUCIENE M. 2006 The influence of mechanical properties of sewing threads on seam pucker. International Journal of Clothing Science and Technology 18(5): 335-345.
- RUDOLF, A. GERŠAK, J., UJHELYIOVA, A., SMOLE, M. S. 2007. Study of PES Sewing Thread Properties. Fibers and Polymers 2007, Vol.8, No.2, s. 212-217.
- M. S. AHMADI AND S. RAHIMI. 2018. Effect of needle type and backing fabric structure on sewing needle penetration force in artificial leather. Dostupné na internete: https://www.researchgate.net/publication/326019859_Effect_of_needle_type_and_backing_fabric_structure_on_sewing_needle_penetration_force_in_artificial_leather (researchgate.net)
- STN EN ISO 13935-1, 2001: Textilie. Ťahové vlastnosti švov na plošných textíliách a konfekčných výrobkoch. Časť 1: Zisťovanie maximálnej sily pri pretrhnutí šva metódou Strip
- ČSN EN ISO 13934-1 (800812)Textilie - Tahové vlastnosti plošných textílií - Část 1: Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip



Podakovanie:

Táto práca bola podporená grantovou agentúrou VEGA na základe projektu č. 1-0264-22 Vplyv procesných parametrov CNC technológie na kvalitu nábytkových spojov.

Adresa autorov:

Ing. Anna Vilanová, PhD.; doc. Ing. Nadežda Langová, PhD.

Technická univerzita vo Zvolene

Drevárska fakulta

Katedra nábytku a drevárskych výrobkov

T. G. Masaryka 24

960 01 Zvolen, Slovensko

jozef.fekiac@tuzvo.sk; gaborik@tuzvo.sk



VLASTNOSTI DREVOTRIESKOVÝCH DOSIEK PRE NÁBYTOK VYROBENÝCH Z RÔZNYCH DREVNÝCH RECYKLÁTOV

Zuzana Vidholdová, Ladislav Reinprecht, Ján Iždinský

Abstrakt:

Vlastnosti drevotrieskových dosiek pre nábytok vyrobených z rôznych drevných recyklátov. Odpadové drevo z priemyslu i zo starých výrobkov sa dá efektívne recyklovať, napr. vytriediť a použiť pre výrobu drevotrieskových dosiek (DTD). Práca prezentuje vlastnosti laboratórne pripravených trojvrstvových DTD na báze triesok z drevných recyklátov – smrekové palety, nelaminované DTD, termodrevo, alebo mix drevných recyklátov – v podiele 0 %, 20 %, 50 % alebo 100 %. Vlastnosti týchto DTD záviseli od použitého typu i podielu drevného recyklátu. DTD vplyvom recyklátov z nelaminovaných DTD i termodreva vykázali menšie hrúbkové napúčanie a lepšiu odolnosť voči drevokazným hubám. Jednotlivé typy recyklátov v 20 % i 50 % podieloch nemali zväčša negatívny vplyv na normované mechanické vlastnosti DTD pre nábytkárske účely, avšak pri ich 100 % podiele bola pevnosť v ohybe DTD už nedostatočná pod hranicou 11 MPa. Jednotlivé drevné recykláty neovplyvnili odolnosť DTD voči plesniam.

Kľúčové slová: drevotrieskové dosky; recyklované drevo, fyzikálne vlastnosti, mechanické vlastnosti, odolnosť voči hubám, odolnosť voči plesniam

ÚVOD

Nakladanie s odpadmi, kvalita ovzdušia a problematika vody sú hlavnými páčivými témami v oblasti životného prostredia na Slovensku, ako aj v globálnom pohľade. Na Slovensku v roku 2020 vzniklo celkom 13 165 tis. ton odpadov. Z toho 2 434 tis. ton komunálnych odpadov, 380 tis. ton nebezpečných odpadov a 10 351 tis. ton ostatných odpadov. Z tohoto množstva bolo 41,17 % odpadov zhodnotených 36,53 % materiálovo a 4,64 % energeticky. Skládkovaných bolo 17,75 % odpadov, avšak až 48,4 % bolo skládkovaných komunálnych odpadov. Iné spôsoby zneškodnenia, zhodnotenia a nakladania s odpadmi tvorili 41,08 %. Na Slovensku vzniklo 30 781 ton vytriedeného biologicky rozložiteľného odpadu na báze dreva (kód poddruhu odpadu 20 01 38) a 97 720 ton v podobe papiera a lepenky (kód poddruhu odpadu 20 01 01) (Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2020).

Recyklácia je spôsob ako z odpadov, ktoré vznikajú pri ľudskej činnosti, získať suroviny a materiál na ďalšie využitie. Odpadové drevo z priemyslu, alebo zo starých výrobkov, je možné vytriediť a opätovne ho využiť, napríklad aj pre výrobu drevotrieskových dosiek (DTD). Za vhodné odpadové drevo (drevné recykláty) sa považuje: starý nábytok, palety, prepravky a iné drevené obaly, ale aj odpady zo spracovania dreva, z výroby reziva, nábytku a pod. Podľa Katalógu odpadov (Príloha č. 1 k Vyhláške č. 365/2015 Z. z.) takýto odpad patrí hlavne do skupiny odpadu: 03 – Odpady zo spracovania dreva a z výroby papiera, lepenky, celulózy, reziva a nábytku, 15 – Odpadové obaly, 17 – Stavebné odpady a odpady z demolácií a 20 – Komunálne odpady (odpady z domácností a podobné odpady z obchodu, priemyslu a



inštitúcií) vrátane ich zložiek z triedeného zberu. Pri použití drevných recyklátov v procese výroby DTD a iných drevných kompozitov je potrebné zabezpečiť ich dôslednú dekontamináciu a sortimentáciu. Recyklované drevo, vzhľadom na druh, rozmery, prímеси, funkčno-estetické vlastnosti, a pod., môže rôznym spôsobom vplývať na vlastnosti novovyrobenej DTD.

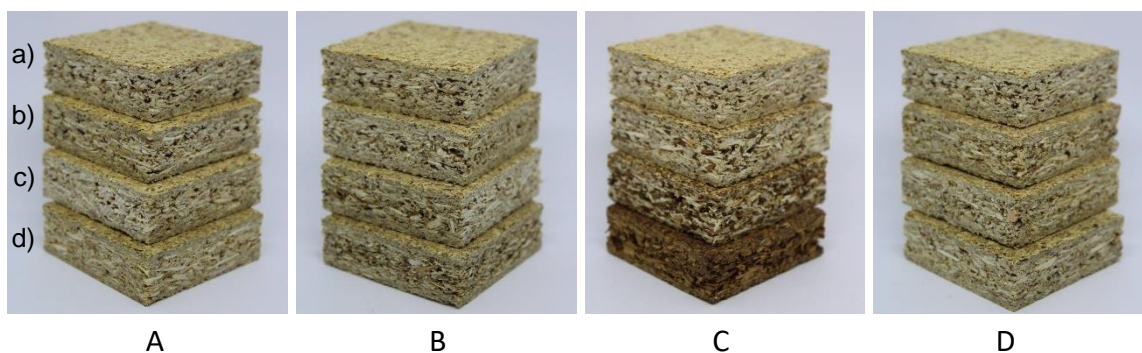
Cieľom práce bolo laboratórne vyrobiť DTD na báze triesok z rôznych typov drevných recyklátov a následne stanoviť ich fyzikálne, mechanické a biologické vlastnosti.

MATERIÁL A METODIKA

Pre výrobu DTD boli použité triesky:

- I. Z drevných recyklátov – A) staré smrekové palety, B) z výroby vyradené nelaminované DTD, C) odrezky termodreva, D) mix drevného recyklátu.
- II. Smrekové (SM – referencia), pripravené zo smrekových štiepok.

Percentuálne podiely triesok z drevného recyklátu a smreka boli: a) 0:100, b) 20:80, c) 50:50 a d) 100:0 (Obr. 1).



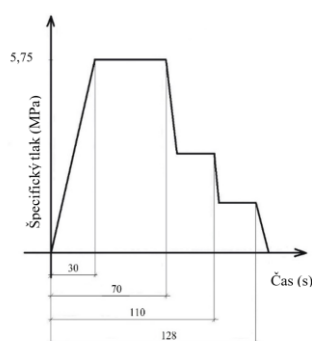
Obrázok 1 DTD s podielom drevného recyklátu a smreka: a) 0:100, b) 20:80, c) 50:50, d) 100:0, A – smrekové palety, B – nelaminované DTD, C - termodrevo, D - mix drevného recyklátu.

Technológia výroby DTD s podielom rôznych typov drevných recyklátov bola opísaná v predchádzajúcich prácach – Iždinský a kol. (2020, 2021a,b). Vyrobené boli trojvrstvové DTD s rozmermi 400 x 300 x 16 mm a s dopredu plánovanou hustotou $650 \pm 10 \text{ kg.m}^{-3}$. Hmotnostný pomer povrchových triesok ku stredovým bol 35:65. Na triesky vytriedené a vysušené na technologickú vlhkosť sa nanášala zmes močovinoformaldehýdového lepidla (UF), tvrdidla a parafínovej emulzie (Tab.1). Navrstvený koberec triesok bol predlisovaný pri mernom tlaku 1 MPa. Lisovanie DTD sa vykonalo podľa lisovacieho diagramu (Obr. 2), s teplotou lisovania max. 240°C, lisovacím tlakom max. 5,75 MPa, pri lisovacom faktore 8 s. Vyrobené DTD boli klimatizované pri teplote 20 °C a relatívnej vlhkosti vzduchu $65 \pm 5 \%$.



Tabuľka 1. Nános lepidla a chemických pomocných látok na drevné triesky.

Aditíva	Nános na triesky (%)	
	Povrchové	Stredové
UF lepidlo (o sušine 67 %)	11	7
Tvrdidlo (57 % vodný roztok dusičnanu amónneho)	2	4
Parafínová emulzia (o sušine 35 %)	0,6	0,7



Obrázok 2 Lisovací diagram.

Testované vlastnosti DTD sa vykonali v súlade s danými normami, a to nasledovne:

- hustota → STN EN 323 (1996),
- hrúbkové napúčanie (vo vode po 2 a 24 h) → STN EN 317 (1995),
- pevnosť v ťahu kolmo na rovinu dosky → STN EN 319 (1995),
- pevnosť v ohybe → STN EN 310 (1998),
- modul pružnosti v ohybe → STN EN 310 (1998),
- odolnosť voči drevokazným hubám (úbytok hmotnosti po 16 týždni) → STN P ENV 12038 (2003),
- odolnosť voči interiérovým plesniam (stupeň plesnivenia po 2 týždni) → STN EN 15457 (2022).

Priemerné hodnoty hustoty sú zo 42 vzoriek, hrúbkového napúčania z 12 vzoriek, pevnosti v ťahu kolmo na rovinu dosky z 24 vzoriek, pevnosti v ohybe a modulu pružnosti v ohybe z 18 vzoriek, odolnosti voči drevokaznej hube (*Serpula lacrymans* alebo *Coniophora puteana*) zo 6 vzoriek a odolnosti voči plesniam zo 6 vzoriek.

VÝSLEDKY

Vlastnosti laboratórne vyrobených DTD na báze rôznych typov a podielov drevného recyklátu – hustota, hrúbkové napúčanie po 2 a 24 hodinách, pevnosť v ťahu kolmo na rovinu dosky, pevnosť v ohybe, modul pružnosti v ohybe, odolnosť voči drevokazným hubám a odolnosť voči interiérovým plesniam – sú spracované v tabuľke 2. Plánovanú hustotu (650 ± 10 kg.m-3) vykazovali všetky laboratórne vyrobené DTD. Preto predpokladáme, že ďalšie



zistované fyzikálne, mechanické a biologické vlastnosti DTD by mali byť ovplyvnené len typom a podielom drevného recyklátu.

DTD na báze triesok získaných recyklovaním vyradených nelaminovaných DTD a termodreva dosiahli lepšiu odolnosť voči hrúbkovému napúčaniu vo vode po 2 i 24 hodinách. S nárastom percentuálneho podielu triesok z uvedených typov drevných recyklátov sa hrúbkové napúčanie DTD znižovalo lineárne (Iždinský a kol. 2020, 2021a). Nižšie príjmy vody do takýchto DTD sa pozitívne prejavili aj pri ich zvýšenej odolnosti voči celulózozným drevokazným hubám, pričom ich úbytky hmotnosti vplyvom 16 týždňovej aktivity húb klesali tiež lineárne (Iždinský a kol. 2020, 2021a). Tieto pozitívne zmeny DTD v menšom napúčaní a vyššej odolnosti voči drevokazným hubám súvisia jednak so zvýšením podielu UF-živice v trieskach z nelaminovaných DTD, a jednak so zvýšením podielu hydrofóbnejšieho a voči hubám odolnejšieho lignínu v trieskach z termodreva. Všeobecne tieto poznatky vyplývajú zo zmien v molekulárno-chemickej štruktúre hlavných i sprievodných zložiek termodreva.



Tauľka 2. Fyzikálne, mechanické a biologické vlastnosti DTD s podielom triesok z drevných recyklátov a smrekových triesok.

Percentuálny podiel triesok Recyklát : SM	Hustota (kg.m ⁻³)	Hrúbkové napúčanie		Pevnosť v ťahu kol. na rov. dosky (MPa)	Pevnosť v ohybe (MPa)	Modul pružnosti v ohybe (MPa)	Úbytok hmot. drevokaznou hubou (%)	Plesnivenie (0-4)
		po 2 h (%)	po 24 h (%)					
Referenčná DTD								
0 : 100	654 (15,7)	6,01 (0,53)	23,73 (1,38)	0,78 (0,05)	14,6 (1,56)	2 611 (285)	13,20 (0,48) ^a	2,33
Smrekové palety								
20 : 80	651 (18,1)	5,27 (0,27)	18,67 (1,58)	0,70 (0,05)	12,1 (0,97)	2 471 (390)	12,34 (0,56) ^a	2,00
50 : 50	657 (21,8)	-	27,87 (1,63)	0,68 (0,04)	12,4 (1,02)	2 276 (248)	12,77 (0,66) ^a	2,00
100 : 0	653 (26,0)	6,47 (0,84)	23,67 (1,25)	0,61 (0,03)	10,0 (1,27)	2 012 (193)	15,23 (1,61) ^a	2,00
Nelaminované DTD								
20 : 80	658 (16,5)	4,48 (0,40)	13,29 (1,35)	0,74 (0,05)	14,4 (1,18)	2 800 (166)	7,52 (1,47) ^b	2,00
50 : 50	652 (20,1)	4,19 (0,56)	12,43 (1,26)	0,68 (0,05)	11,8 (1,24)	2 486 (173)	6,69 (2,40) ^b	2,00
100 : 0	652 (21,6)	3,32 (0,48)	9,72 (0,98)	0,55 (0,12)	9,3 (1,27)	2 194 (264)	6,26 (1,61) ^b	2,00
Termodrevo								
20 : 80	659 (23,6)	3,78 (0,47)	15,06 (0,61)	0,71 (0,04)	13,1 (1,45)	2 649 (390)	8,42 (0,99) ^a	2,00
50 : 50	657 (21,7)	3,00 (0,27)	10,73 (1,12)	0,61 (0,06)	10,3 (0,96)	2 189 (443)	8,27 (0,72) ^a	2,00
100 : 0	653 (23,6)	1,97 (0,45)	6,58 (0,59)	0,42 (0,06)	6,5 (0,74)	2 225 (253)	7,26 (0,18) ^a	2,00
Mix dreveného recyklátu								
20 : 80	652 (18,4)	4,98 (0,51)	16,57 (2,64)	0,75 (0,04)	14,7 (1,48)	2 666 (246)	12,43 (2,14) ^b	2,50
50 : 50	649 (23,8)	4,93 (1,56)	22,76 (3,52)	0,58 (0,06)	11,6 (1,33)	2 442 (170)	12,81 (1,76) ^b	2,50
100 : 0	654 (22,3)	5,65 (1,18)	21,12 (3,83)	0,55 (0,06)	10,6 (1,40)	2 155 (284)	14,86 (3,30) ^b	2,75

POZNÁMKY: Smerodajné odchýlky sú v zátvorkách. Odolnosť DTD sa testovala voči celulózovornej hube: ^a *Serpula lacrymans*, ^b *Coniophora puteana*.



Chemické zmeny v termodreve závisia od intenzity modifikačného procesu (výška teploty, čas ohrevu, množstvo kyslíka, a pod.) a druhu dreva, a následne aj od druhu drevokaznej huby a mechanizmu jej hnilobných pôsobení (hnedá, biela alebo mäkká hniloba dreva) (Boonstra a kol. 2008, Reinprecht a Vidholdová 2008, Thybring 2013, Melo a kol. 2018, Reinprecht a kol. 2022, ThermoWood® Handbook 2022, Vidholdová a kol. 2022).

Mechanické vlastnosti DTD na báze triesok z rôznych sortimentov drevných recyklátov zväčša spĺňali normou stanovené kritéria pre DTD typu P2, t.j. DTD pre interiérové použitie vrátane nábytku. Podľa normy STN EN 312 (2011) majú DTD pre nábytok mať nasledovné minimálne hodnoty mechanických vlastností: pevnosť v ťahu kolmo na rovinu dosky 0,35 MPa, pevnosť v ohybe 11 MPa, a modul pružnosti v ohybe 1 600 MPa. Zistili sme, že nedostatočná bola iba pevnosť DTD v ohybe v prípade aplikácie 100 % podielu triesok z jednotlivých štyroch drevných recyklátov, respektíve už aj 50 % z termodreva. Pokles pevnostných vlastností DTD na báze recyklátov z termodreva súvisel so zhoršením povrchovej zmáčanlivosti pripravených triesok a tým zníženej kvality ich lepenia (Borysiuk a kol. 2007, Vidholdová a kol. 2019, Mamoňová a kol. 2022, Reinprecht a kol. 2022, ThermoWood® Handbook 2022).

ZÁVER

Využitie rôznych typov drevných recyklátov má potenciál práve pri výrobe DTD a iných kompozitov na báze dreva. Potvrdzujú to poprední výrobcovia DTD, ktorí smerujú svoju výrobu DTD aj na spracovanie drevného odpadu pri zachovaní významných fyzikálnych, mechanických a biologických vlastností DTD na normových úrovniach.

Výsledky laboratórne vyrobených DTD s podielom triesok zo štyroch rôznych typov drevného recyklátu – smrekových paliet, nelaminovaných DTD, termodreva, alebo mixu drevného recyklátu – dávajú tieto závery:

1. Vlastnosti DTD závisia od podielu triesok z daného typu drevného recyklátu, pričom sa menia nasledovne:
 - hrúbkové napúčanie DTD znižujú triesky z nelaminovaných DTD a z termodreva;
 - pevnosti DTD v ťahu kolmo na rovinu dosky a v ohybe klesajú hlavne vplyvom triesok z termodreva;
 - modul pružnosti DTD v ohybe klesá, ale iba mierne;
 - odolnosť DTD voči drevokazným hubám sa zvyšuje vplyvom triesok z nelaminovaných DTD a z termodreva;
 - odolnosť voči plesniam ostáva bez zmeny.
2. Vlastnosti DTD na báze triesok z daných drevných recyklátov zväčša spĺňali normou stanovené kritéria pre DTD typu P2 - t.j. DTD pre interiérové použitie vrátane nábytku (STN EN 312 (2011)), pričom nedostatočná bola iba ich pevnosť v ohybe pri 100 % podieloch triesok zo všetkých typov drevných recyklátov, resp. z termodreva už pri 50 % podiele.



LITERATÚRA

- BOONSTRA, M.J.; PIZZI, A.; ZOMERS, F.; OHLMEYER, F.; PAUL, W. (2006). The effects of a two stage heat treatment process on the properties of particleboard. *Holz Als Roh-und Werkst.*, 64, 157–164. DOI: 10.1007/s00107-005-0055-y.
- BORYSIUK, P.; MAMIŃSKI, M.; GRZEŚKIEWICZ, M.; PARZUCHOWSKI, P.; MAZUREK, A. (2007). Thermally modified wood as raw material for particleboard manufacture. In *Proceedings of the 3rd European Conference on Wood Modification*, Cardiff, UK, 15–16 October 2007; pp. 227–230.
- IŽDINSKÝ, J.; VIDHOLDOVÁ, Z.; REINPRECHT, L. (2020). Particleboards from Recycled Wood. *Forests* 11, 1166. DOI: 10.3390/f11111166.
- IŽDINSKÝ, J.; VIDHOLDOVÁ, Z.; REINPRECHT, L. (2021a). Particleboards from Recycled Thermally Modified Wood. *Forests* 12, 1462. DOI: 10.3390/f12111462.
- IŽDINSKÝ, J.; REINPRECHT, L.; VIDHOLDOVÁ, Z. (2021b). Particleboards from Recycled Pallets. *Forests* 12, 1597. DOI: 10.3390/f12111597.
- MAMOŇOVÁ, M.; CIGLIAN, D.; REINPRECHT, L. (2022). SEM Analysis of Glued Joints of Thermally Modified Wood Bonded with PUR and PVAc Glues. *Materials*, 15(18), 6440. DOI: 10.3390/ma15186440.
- MELO, R.R.; MUHL, M.; STANGERLIN, D.M.; ALFANAS, R.F.; JUNIOR, F.R. (2018). Properties of particleboards submitted to heat treatments. *Ciênc. Florest.*, 28, 776–783. DOI: 10.5902/1980509832109.
- REINPRECHT, L.; VIDHOLDOVÁ, Z. (2008). *Termodrevo – príprava, vlastnosti a aplikácie*. Vedecká monografia. TU vo Zvolene, 89 s.
- REINPRECHT, L.; REPÁK, M.; IŽDINSKÝ, J.; VIDHOLDOVÁ, Z. (2022). Decay resistance of nano-zinc oxide, and PEG 6000, and thermally modified wood. *Forests* 13(5), art. no. 731, DOI: 10.3390/f13050731.
- Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2020. Dostupné na <https://www.enviroportal.sk/spravy/kat21> (cit. 19. 9. 2022).
- STN EN 310 (1998). *Dosky na báze dreva. Zisťovanie modulu pružnosti v ohybe a pevnosti v ohybe*. Bratislava: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky.
- STN EN 312 (2011). *Trieskové dosky. Špecifikácie*. Bratislava: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky.
- STN EN 317 (1995). *Drevotrieskové a drevovláknité dosky. Zisťovanie hrúbkového napúčania po ponorení do vody*. Bratislava: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky.
- STN EN 319 (1995). *Trieskové a vláknité dosky. Zisťovanie pevnosti v ťahu kolmo na rovinu dosky*. Bratislava: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky.
- STN EN 323 (1996). *Dosky z dreva. Zisťovanie hustoty*. Bratislava: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky.
- STN EN 15457 (2022). *Náterové látky. Laboratórna metóda na skúšanie účinnosti konzervačných látok proti hubám v nanosenom filme*. Bratislava: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky.
- STN P ENV 12038 (2003). *Trvanlivosť dreva a výrobkov na báze dreva. Dosky na báze dreva. Skúšobná metóda na zisťovanie odolnosti proti drevokazným hubám Basidiomycetes*. Bratislava : Slovenský ústav technickej normalizácie.
- ThermoWood® Handbook. Dostupné na https://asiakas.kotisivukone.com/files/thermowood.palvelee.fi/tiedostot/web_thermowood_handbook.pdf (cit. 6.9.2022).
- THYBRING, E.E. (2013). The decay resistance of modified wood influenced by moisture exclusion and swelling reduction. *Int. Biodeterior Biodegrad.*, 82, 87–95. DOI: 10.1016/j.ibiod.2013.02.004.
- VIDHOLDOVÁ, Z.; CIGLIAN, D.; REINPRECHT, L. (2021). Bonding of the thermally modified Norway spruce wood with the PUR and PVAc adhesives. *Acta Fac. Xylof. Zvolen*, 63, 63–73. DOI: 10.17423/afx.2021.63.1.06.



VIDHOLDOVÁ, Z., KAČÍK, F., REINPRECHT, L., KUČEROVÁ, V., LUPTÁKOVÁ, J. (2022). Changes in chemical structure of thermally modified spruce wood due to decaying fungi. *Journal of Fungi* 8(1), art. no. 739, DOI: 10.3390/jof807073.

VYHLÁŠKA č. 365/2015 Z. z. Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov (cit. 19. 9. 2022).

PodĎakovanie:

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-17-0583 a projektu VEGA 1/0665/22.

Adresa autorov:

Ing. Zuzana Vidholdová, PhD; prof. Ing. Ladislav Reinprecht, PhD.; Ing. Ján Iždinský, PhD.
Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra drevárskych technológií,
T.G. Masaryka 24, 960 53, Zvolen,
e-mail: zuzana.vidholdova@tuzvo.sk, reinprecht@tuzvo.sk, jan.izdinsky@tuzvo.sk



PRÍRODNÉ GEOMETRICKÉ INŠPIRAČNÉ ZDROJE VYUŽÍVANÉ PRI NAVRHOVANÍ NÁBYTKU

Denisa Lizoňová

Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra matematiky a deskriptívnej geometrie

Abstrakt:

Prírodné geometrické inšpiračné zdroje využívané pri navrhovaní nábytku. Tvorivá dizajnerská práca potrebuje k dosiahnutiu stanovených cieľov nevyhnutný impulz, ktorým je prvotná inšpirácia. Prírodné formy, charakteristické špecifickým funkčným a tvarovým riešením, dávajú možnosť využiť ich jedinečnosť a podrobným skúmaním a následnou transformáciou môžu byť unikátnou inšpiráciou pre vznik nových inovatívnych produktov. Cieľom príspevku je ukázať, ako je možné aplikovať princípy biomimikry pri tvorbe nových objektov. Skúmanie zvolenej problematiky aplikácie biomimikry pri navrhovaní vychádza z prvotného základného pozorovania vybraných prírodných tvarov. Zvolené objekty sú následne abstrahované s využitím geometrických poznatkov a konštrukcií a stávajú sa základom pre výstavbu navrhovaného produktu. Príspevok sa venuje niektorým vybraným aplikáciám zo študentských workshopov a tiež koncepčným autorským návrhom.

Kľúčové slová: bioinšpirácie, biomimikry, geometria, navrhovanie

ÚVOD

Jedným z najdôležitejších a zároveň aj najtrvalejších inšpiračných zdrojov pre človeka bola vždy príroda. Prastará inšpirácia tvarom tiel rastlín a živočíchov, založená na zmyslovom pozorovaní, bola postupne rozširovaná na základe rastúceho poznania. Princípy výstavby týchto prírodných objektov jednoznačne v sebe obsahujú základné geometrické prvky a geometrické pravidlá usporiadania (symetria, rytmus a pod.). Presné pravidlá prírodných tvarov vznikli tisícročnými vývoji a premenami a základ v nich obsiahnutý, je pre človeka prirodzený a vyvoláva v ňom príjemné pocity.

Pozorovaniu a popisovaniu sveta okolo seba a hľadaniu zákonitostí a pravidiel sa človek venuje už od nepamäti a záznamy o tom môžeme nájsť už v staroveku. Práce gréckeho filozofa Platóna (427 – 347 pred n. l.) venované prírodnej filozofii predstavujú jeden z najstarších zdrojov, zachytávajúci päť pravidelných mnohostenov, dnes nazývaných Platónske telesá, z ktorých je zložené všetko okolo nás.

Jednou z významných prác pojednávajúcich o úlohe prírody ako prirodzeného inšpiračného zdroja je kniha Johna Ruskina „The Stones Of Venice“ vydaná v roku 1851. Ruskin ako jeden z prvých cielene hľadal analógie medzi prírodnými formami a tvarmi vytvorenými človekom. S vysokým stupňom abstrakcie zachytával predovšetkým prírodné obrysové línie a zrovnáva ich s plastickými profilmi použitými v architektonickej tvorbe (sokel, rímsa). Zjednodušené obrysy prírodných tvarov nazval Ruskin „krivkami života“ predurčenými k výtvarnému nasledovaniu. Ruskinove názory nachádzajú silnú odozvu v organickej secesii napr. v prácach belgického architekta Henry van de Velde.

Inšpiratívnu hodnotu podoby prírodných organizmov vyzdvihujú aj odborné práce samotných prírodovedcov, využívajúc ich vlastné poznatky. K najstarším takto pojatým publikáciám patrí práca Ernesta Haeckela „Kunstforme der Natur“, ktorá preniká z biologickej oblasti do estetiky. Autor vytvoril „biologický atlas“ vyobrazujúci členité organické formy



(mnohokrát mikroskopické po náležitom zväčšení). Vyobrazené formy doplnil stručným zhrnutím ich tvarových vlastností z hľadiska geometrie. Haeckelove ilustrácie inšpirovali mnohých umelcov tej doby. Jedným z nich bol aj parížsky architekt René Binet. Prirodzenú formu rádiolárií použil ako základ pre svoju monumentálnu vstupnú bránu na svetovú výstavu v Paríži v roku 1900.



Obrázok 1 Vstupná brána Reného Bineta na svetovú výstavu v Paríži v roku 1900
(<http://architectuul.com/architecture/the-monumental-gate>), Ilustrácia rádiolárií Ernesta Haeckela
(Haeckel, 1998)

Problematikou systematického cieľavedomého vedeckého poznávania zákonov a zásad vytvárania foriem živej prírody vo vzťahu k architektúre a dizajnu sa zaoberá smer nazývaný „architektonická bionika“. Samotná bionika predstavuje interdisciplinárny technický odbor, ktorý spája biológiu s inžinierskymi vedami, architektúrou a matematikou. „Technická bionika skúma princípy stavby a pôsobenia objektov živej prírody s cieľom ich aplikácie pri riešení inžinierskych úloh.“ [Lebedev, 1982] Základnou ideou bioniky je využiť v prospech človeka princípy, ktoré sa v prírode vyvinuli evolúciou v priebehu niekoľkých miliónov rokov. Za prvého bionika na svete je považovaný geniálny Leonardo da Vinci. Výskum v oblasti bioniky pritom nemá za cieľ kopírovať prírodu, ale porozumieť jej princípom a tie využiť pre technické inovácie. Predmetom skúmania architektonickej bioniky je skúmanie zákonitostí usporiadania materiálnych štruktúr v ich fyzikálnom prejave, krásy foriem živej prírody, vymedzené zákonmi harmónie. Využívajú sa nie len formálne – vonkajšie stránky živej prírody, ale sú zisťované aj hlboké súvislosti medzi zákonmi vývoja. Zákonitosti harmónie živej prírody môžu pomôcť pri hľadaní zákonov harmonickej rovnováhy medzi súbormi architektonických či dizajnerských objektov. V tomto zmysle je nevyhnutné skúmanie mechanizmov harmonizácie živej prírody ako napr. symetrie, asymetrie, proporcií, rytmu, tektoniky, svetelno-farebných vzťahov a iných. Niektoré prírodné formy sa vyznačujú takmer ideálnou geometrickou pravidelnosťou. Môžeme takto sledovať stavbu v tvare pravidelných polyédrov (radioláriá). Časté sú aj tvary kružnice, šesťuholníka, trojuholníka či valca.

V roku 1982 sa objavil pojem „biomimikry“ a následne ho spopularizovala vedkyňa Janine Benyus, ktorá sa venovala skúmaniu, ako sa organizmy prispôbili prostrediu, v ktorom žijú a postupne začala výskum, ako by sa stratégie, ktoré používajú rôzne organizmy,



dali použiť aj na riešenie ľudských problémov. Janine Benyus biomimikry definuje ako novú vednú disciplínu, ktorá „skúma modely prírody a potom ich napodobňuje alebo sa inšpiruje týmito vzormi a procesmi pri riešení ľudských problémov“ a navrhuje pozrieť sa na prírodu ako na „model, postup a mentora“. Vedomé napodobňovanie postupov bežných v prírode je cestou k udržateľnej budúcnosti.

Jedným z možných problémov pri využití bionického modelovania v dizajnerskej a architektonickej práci je, že hypertrofia prírodných foriem aplikovaných v navrhovanom objekte môže nepriaznivo vplývať na psychológiu prijatia. Rozmery prírodných foriem sú spravidla oveľa menšie než rozmery foriem architektonických resp. využitých v dizajnerskej praxi. Preto je potrebná príslušná konštrukčná korekcia živej formy v procese jej zväčšovania. Pri prevode mierky foriem je podľa [Lebedev, 1982] nevyhnutná „korekcia geometrických parametrov...“, čo si vyžaduje špeciálne výskumy.“ Pri takejto extrapolácii prírodných foriem z malých na veľké je dôležité zachovanie logiky ich vývinu, ich vizuálne a ľahko rozpoznateľných príznakov, čomu niektoré korekcie foriem neprekážajú.

Využívaniu bioinšpirácií a tiež celkovému spôsobu aplikovania princípov biomimikry sa venujú mnohí zahraniční ale aj domáci umelci a dizajnéri.

Mantis Table (Obr.2) navrhol Alvaro Uribe, zakladateľ Alvaro Uribe Design pôsobiacom v New Yorku. Stolová podnož, inšpirovaná časťami tela hmyzu (Modlivka zelená / Mantis religiosa) vytvára ľahký a elegantný podporný prvok. Je štruktúrovaná tak, aby napodobňovala malé a jemné nohy modlivky, ktoré sú jedinečne naklonené tak, aby podopierali neprímerne dlhé a ťažké telo hmyzu. Dizajn využíva bio-inšpirované koncepty, ktoré zvyšujú ľahkosť konštrukcie, pričom stále zahŕňajú vysokopevnostné vlastnosti na podporu ťažkého skleneného povrchu. Aj keď stolová podnož využíva najmenšie možné množstvo hliníka, stále je schopná udržať šesťnásobok svojej vlastnej hmotnosti. Celkový tvar stola je dynamický a prirodzený.



Obrázok 2 Alvaro Uribe - Mantis table (<http://arthitectural.com>)

CIEĽ A ÚLOHY

Cieľom príspevku je ukázať, ako je možné využiť a aplikovať bioinšpirácie a princípy biomimikry pri navrhovaní nových objektov. Skúmanie zvolenej problematiky je založené na prvotnom pozorovaní a analýze prírodného prvku, ktorá je inšpiračným zdrojom pre ďalšiu prácu- navrhovanie nového objektu. Tieto vybrané prírodniny sú v ďalšom kroku abstrahované s využitím geometrických poznatkov a konštrukcií a stávajú sa základom pre tvorbu nového



produktu. Príspevok sa venuje niektorým vybraným aplikáciám zo študentských workshopov a tiež koncepčným autorským návrhom.

METODIKA

Pre dosiahnutie stanovených výsledkov boli vytvorené postupy, ktorými sa zisťovali možnosti využitia prírodných inšpiračných zdrojov pri navrhovaní nových objektov - nábytku a bytových doplnkov. Základom každého nového návrhu bola počiatočná hĺbková analýza konkrétneho prírodného prvku.

Študentský workshop:

Tento tvorivý aplikačný workshop bol realizovaný v priebehu niekoľkých rokov a zúčastnilo sa ho počas celej doby trvania niekoľko desiatok študentov 2. ročníka odboru Dizajn nábytku a interiéru. Workshopy pozostávali vždy z niekoľkých fáz. Úvodná teoretická a analytická časť bola následne prakticky overená. Základná téma workshopu bola vždy mierne pozmenená, aby bolo možné realizovať širší záber. Cieľom workshopu bolo vo forme konceptu aplikovať získané poznatky a navrhnuť objekt, ktorý reprezentuje jedinečný solitér inšpirovaný formami, vzormi a geometrickými vzťahmi vychádzajúcimi z prírodných princípov. V rámci metodického procesu sme sa opierali o postupy Biomimicry (Benyus, 1997), ktoré predstavujú najkomplexnejší postup pre dizajnérov, ako tvoriť bio-inšpirované inovácie. V rámci celého workshopu študenti pracovali pod odborným vedením doc. Ing. Zuzany Tončíkovej, ArtD., Ing. Denisy Lizoňovej, ArtD. a Ing. Miroslava Chovana, ArtD. Úvodná fáza workshopu bola zameraná na oboznámenie študentov s teoretickými základmi práce v rámci postupov Biomimicry a základnými geometricko konštrukčnými princípmi, ktoré sú v prírode obsiahnuté. Študenti si v rámci prípravy na workshop vybrali prírodninu, ktoré ich tvarovo zaujala. Tieto zvolené prírodné prvky v ďalšej fáze študenti analyzovali ako z prírodného tak z geometrického hľadiska. Taktiež vypracovali geometrickú schému, ktorá zachytávala konkrétne vzťahy: symetriu, zlatý rez, špirály a pod. V ďalšej fáze workshopu sa geometrické prvky a základný prírodný tvar stali základom pre navrhnutie nového produktu. Workshop bol ukončený prezentáciou práce študentov, výstupom projektu boli modely v mierke, skice, geometrické analýzy a fotodokumentácia prototypov v mierke.

VÝSLEDKY

Workshopy:

Trojlistok- *Oxalis triangularis* (Daniela Dobešová a Martina Froncová):

Inšpiráciou bola rastlina *Oxalis triangularis* s výrazne vínovo-fialovo až purpurovo sfarbenými listami trojuholníkového tvaru. V noci sa listy, podobné motýlim krídlam, zaťahujú smerom ku stonke. Z geometrického hľadiska je základom tvaru rovnoramenný trojuholník. Celý objekt je vytvorený na princípe rotačnej symetrie s uhlom pootočenia 120° (obr.3).

Táto geometricky zaujímavá rastlina bola inšpiráciou pre vytvorenie slnečníka s doplnkovým osvetlením. Tvary slnečníka vychádzajú z organickej stavby rastliny a aj jeho skladanie je inšpirované zaťahovaním listov. Postupné skladanie slnečníka umožňuje reguláciu množstva svetelných lúčov. Povrch je z priesvitnej, vodeodolnej tkaniny. Slnečník je doplnený o LED osvetlenie.

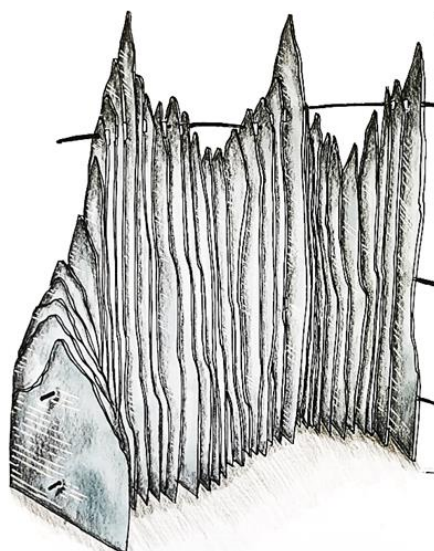


Obrázok 3 Trojlístok- Oxalis triangularis (Daniela Dobešová a Martina Froncová)

Kamenný les Tsingy (Andrea Matejková, Matúš Mesík):

Zdrojom inšpirácie sa pre návrh stal „kamenný les Tsingy“ nachádzajúci sa na Madagaskare. Pôsobením rôznych prírodných živlov sa skaly vyformovali do dnešnej podoby, ktorá je z geometrického hľadiska charakteristická jedinečnými vápencovými ihličkami, zvlhnutými líniami a ostrými vrcholkami. Z geometrického hľadiska je základom tvaru trojuholník a lomená línia. Celý objekt je vytvorený na princípe gradačného rytmu.

Navrhnutý objekt predstavuje predeľovaciu stenu- paravan, ktorý je možné využiť na oddelenie jednotlivých častí interiéru a vytvorenie tak väčšieho súkromia pre používateľov.



Obrázok 4 Kamenný les Tsingy, Madagaskar (Andrea Matejková, Matúš Mesík)

Hniezdo Pletiarke Baya (Sabína Foltánová):

Inšpiráciou pre návrh solitéru je hniezdo Pletiarke, ktoré má jednoduchú konštrukciu, každé je jedinečné a vytvorené z minimálneho množstva materiálu a spojovacích prvkov. Materiálom, z ktorého sú hniezda vyrobené, sú väčšinou poddajné stebľá trávy a iné húževnaté vlákna napr. palmových listov. Základný tvar je nekomplikovaný tvar a jeho



uzatvorená časť tvorí komoru pre vajíčka. Vstup do hniezda je prispôsobený rozmerom pletiarke, ako zabezpečenie pred vstupom predátorov. Z geometrického hľadiska je základom tvaru elipsa. Celý objekt je vytvorený na princípe osovej symetrie a rozmerovo sa blíži pomeru zlatého rezu.

Na základe analýzy tvarových a konštrukčných aspektov hniezda bol navrhnutý objekt Bird place. Ide o vytvorenie čiastočne uzatvoreného prostredia izolujúceho človeka od vonkajšieho prostredia a okolitých ruchov, vhodné pre krátkodobé zregenerovanie a oddych pri práci, počas cestovania, štúdia a podobne, poskytnutie miesta pre ukľudnenie mysle. Ako materiál na výrobu bol navrhnutý polyesterový elastomer, ktorý ponúka vynikajúce tlmenie a jeho štruktúra ho robí vysoko priedušným, dá sa ľahko čistiť a neabsorbuje vlhkosť.

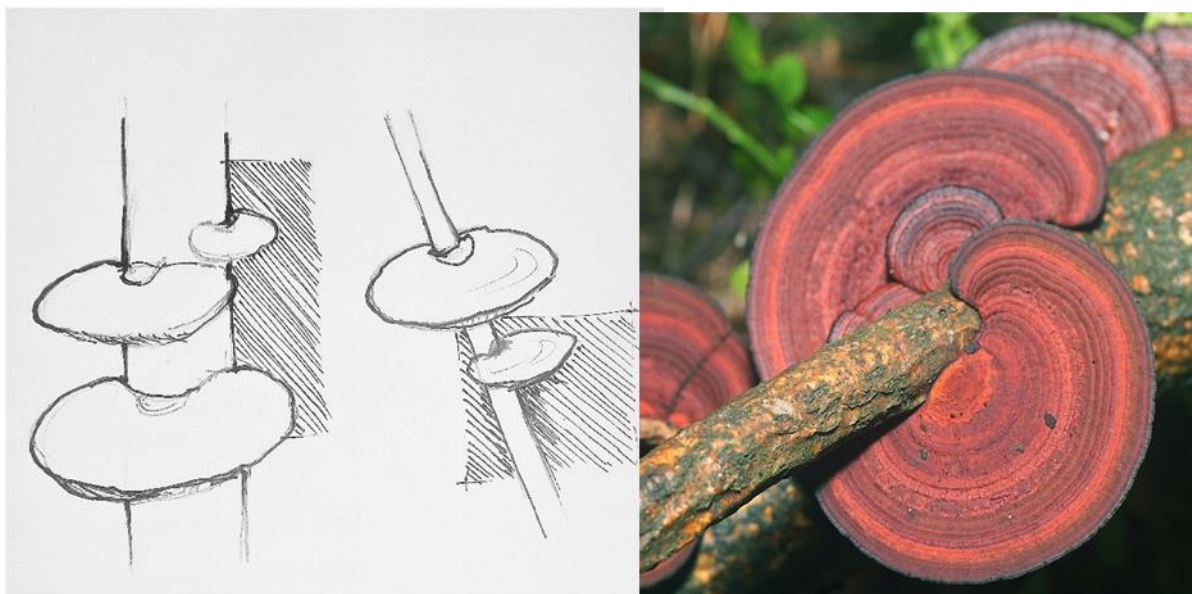


Obrázok 5 Hniezdo Pletiarke Baya (Sabína Foltánová)

Autorské ideové návrhy:

Sieťkovček trojfarebný (*Daedaleopsis tricolor*):

Vzácná a veľmi nápadná huba so sústrednými farebnými pásmi a lupeňmi zo spodnej strany. Tento rastlinný patogén spôsobuje bielu hnilobu poranených listnatých drevín, najmä vrb. Plodnice sú polkruhové a húževnaté, majú koncentricky zónovaný hnedastý horný povrch a merajú až do 20 cm v priemere. Telu huby chýba stopka, keďže sa prichytáva priamo k substrátu. Vyskytuje sa po celý rok a je bežný v severných lesoch mierneho pásma východnej Severnej Ameriky, Európy a Ázie. Z geometrického hľadiska je základom tvaru polkružnica resp. polelipsa podľa tvarovej variability. Pomery osí elipsy sa blížila k zlatému rezu.



Obrázok 6 Sieťkovček trojfarebný (autorka)

Táto zaujímavá huba sa stala inšpiráciu k návrhu policového systému, ktorý môže byť uchytávaný buď priamo do steny, alebo na iný nosný materiál napr. na stĺpy. Niekoľko súborov políc umiestnených vedľa seba je možné vytvoriť predeľovaciu stenu do interiéru. Za materiál na výrobu samotného tela police by bol najvhodnejší plast, aby bolo možné zachytiť nie len zaujímavý tvar ale aj farebnosť samotného bioprívku.

Papraď (*Dryopteris erythrosora*):

Paprade patria medzi nahosemenné rastliny. Rastú okrajovo prevažne v podrastoch hustých lesov a rôznych skalných štrbinách. Dominantným prvkom rastliny sú sýtozelené perovité listy.



Obrázok 7 Papraď (*Dryopteris erythrosora*) (autorka)

Tento zaujímavý tvar, pripojenie listu na stopku, sa stal inšpiráciou pri navrhovaní samosvorných spojov. Hlavným materiálom, pre ktorý bol spoj tvarovaný je drevo resp. materiály na báze dreva. Riešenie vyobrazené na obr.7 je možné technologicky realizovať pomocou CNC frézy.

Návrhy predstavené vyššie sú len základným ideovým tvarovým a inšpiračným riešením, ktoré je potrebné ďalej rozvíjať a upresniť, doriešiť konštrukčne a tiež doladiť detaily a použitý materiál. Podstatou ich ukážky je naznačenie princípu používania bioinšpirácií a biomimikry



pri samotnom navrhovaní. Predložené ukážky tiež poukazujú na nové možnosti a potenciál prírody ako zdroja už existujúcich a časom overených a zároveň z estetického hľadiska človeku blízkych prvkov a tvarov.

ZÁVERY

Architektonické formy a iné novonavrnuté objekty, získané v procese tvorivého osvojovania si zákonov tvorby živých foriem nie sú kópiami prírodných foriem. Sú syntézou prírodných foriem a prostriedkov, ktoré dal dizajnérom k dispozícii pokrok vedy. V priebehu vývoja mnohí tvorcovia a umelci pochopili vlastnosti prírodných foriem a priestoru a prírodné formy a ich priestorové kombinácie sa tak stali predobrazmi umeleckých foriem. Tvorivá aplikácia bionických výskumov dáva možnosti prepojiť dizajn a prírodné štruktúry na exaktnom základe. V súčasnosti využitie bioinšpirácie v dizajne nie je formálnym štýlom ale štýlom práce a predovšetkým spôsobom myslenia, kde sa využívajú poznatky z prírody ako určitého metodického sprievodcu.

V rámci edukačných a umeleckých zámerov workshopu sa nám podarilo splniť všetky čiastkové ciele. Zamerať sa a teoreticky zmapovať geometrické princípy, ktoré sú platné v prírode a v rámci teoretických podkladov získané analýzy využiť ako bázu pre vznik nových dizajnerských konceptov a tiež doplniť geometricko-matematické analýzy živých prírodných príkladmi, kde sa architekti, dizajnéri a umelci inšpirovali prírodou a jej formami. Väčšina študentov považovala metódu „mimicking of natural form“ za veľmi inšpiratívnu a tvorivú, študenti prejavili vysoký kreatívny potenciál a v krátkom čase vytvorili veľmi zaujímavé koncepty.

Výskum zákonov tvorby foriem v živej prírode vedie k rozšíreniu nášho chápania zákonov harmónie a dáva umelcom do rúk silné estetické prostriedky, pretože prijímanie krásy prírodných foriem je človeku vlastné. Cieľavedomý a tvorivý vzťah k prírode tak môže byť jedným z východísk pre vytvorenie novej krásy a nových umeleckých hodnôt.

LITERATÚRA

BAR-COHEN, Y. 2006. Biomimetics—using nature to inspire human innovation. *Bioinspiration & Biomimetics*, <http://dx.doi.org/10.1088/1748-3182/1/1/P01>.

BAUMEISTER, D. 2013. *Biomimicry Handbook*. Biomimicry 3.8, Missoula, MT, USA.

BENYUS, J. 1997. *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. New York: William Morrow.

CRHÁK, F. 2012. *Výtvarná geometrie plus*. Brno: VUTIUM, 2012. 186 s. ISBN 978-80-214-3767-8

Daedaleopsis tricolor. [s.a.]. *Daedaleopsis tricolor*. [online]. [citované 09.09.2022]. Dostupné na internete: <https://wikigrib.ru/dedaleopsis-trehcvetnyj/>

DE PAUW, I. C., KARANA, E., & KANDACHAR, P. V. 2012. Nature-inspired design strategies in sustainable product development: A case-study of student projects. In *DS 70: Proceedings of DESIGN 2012, the 12th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia*.

ELAM, K. 2011. *Geometry of design: Studies in proportion and composition*. New York: Princeton Architectural Press, 2011. 143 s. ISBN 978-16-1689-036-0

GRUBER, P. 2008. The signs of life in architecture. *Bioinspiration & biomimetics*, 3(2), p.023001.

HAECKEL, E. 1998. *Art forms in nature*. Munich : Prestel-Verlag, 1998. 139 s. ISBN 3-7913-1990-

KAZANTSEVA, T., MYHAL, S. 2014. Aesthetic tendencies in the architectural and landscape design driven by natural shapes. *Przestrzeń i Forma*, (22/1), s.91-104.



- LEBEDEV, J., S. Architektúra a bionika. Alfa, Bratislava, 1982, 191s.
- Lush. [s.a.]. Propagating and Growing Tropical Tree Ferns on the California Coast. [online]. [citované 11.01.2022]. Dostupné na internete: <https://www.pacifichorticulture.org/articles/propagating-growing-tropical-tree-ferns-california-coast/>
- METZGER, W. 2006. Laws of Seeing. Cambridge: MIT Press, 2006. 194 s. ISBN 0-262-13467-5
- PLATO. Timaeus. 1975. Minneapolis: Wizard's Book-shelf, 1975.
- REED, P. A. 2004. A Paradigm shift: Biomimicry. The technology teacher. December/January. 2004. s.23 – 27.
- ŘÍMAN, J. 1987. Malá československá encyklopédia. Praha: Academia, 1987. 927 s.
- ROWLAND, R. 2017. Biomimicry step-by-step. Bioinspired, Biomimetic and Nanobiomaterials, 6(2), s.102-112.
- STEVENS, P. S. 1976. Patterns in Nature. London: Little, Brown & Co. 1976. 256 s. ISBN 978-01-405-5114-3
- TAVSAN, F., SONMEZ, E. 2015. Biomimicry in furniture design. Procedia-social and behavioral sciences, 197 s., 2285-2292.
- VOŘÁČKOVÁ, Š. 2012. Atlas geometrie- Geometrie krásna a užitečná. Praha: Academia, 2012. 252 s. ISBN 978-80-200-1575-4

PodĎakovanie:

Autori vyjadrujú poďakovanie Ministerstvu školstva SR na základe projektu VEGA 1/0264/22.

Adresa:

Ing. Denisa Lizoňová, ArtD.
Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta,
Katedra matematiky a deskriptívnej geometrie
T. G. Masaryka 24, 96001 Zvolen
denisa.lizonova@tuzvo.sk, +421 45 5306454