

VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV NA ZMENU FARBY TRANSPARENTNÝCH POVRCHOVÝCH ÚPRAV BUKOVÉHO DREVA

INFLUENCE OF SELECTED FACTORS ON COLOUR CHANGE OF THE TRANSPARENT FINISHES AT BEECH WOOD

Gabriela Slabejová – Jozef Fekiač – Miloš Pánek

ABSTRACT

This article is focused on the influence of coating thickness on colour changes of beech surface with transparent coating. The influence of following factors has been also observed: treatment of wood surfaces before coatings application, and the type of coating. The influence of thickness of the coating on the colour changes during artificial weathering in the Xenotest Q-SUN was also researched on selected specimens. The colour of the surface (the values $L^*a^*b^*$) was measured by spectrum photometer BYK-Gardner GmbH in CIELAB system. The colour change ΔE^* was evaluated. Two different transparent coatings were applied on specimens at three various thicknesses. In the next step, the colour changes were observed after artificial weathering. The specimens with coatings were compared with references without coatings.

The evaluation of the experiments has shown that technology of the surface treatment, type of the coating, and also its thickness much influenced the colour changes of beech wood treated with coatings. The influence of the thickness of the coating has been shown also by photo-stability measurements during artificial weathering; as the paint thickness was increased the colour changes also slightly increased.

Keywords: beech wood, colour changes, film thickness, mechanical working of wood surface, paints.

ÚVOD

Náterový film je povlak, ktorý vznikol nanosením kvapalného materiálu na povrch výrobku a následným vytvrdnutím sa vytvorila tenká pevná vrstva. Náterový film na drevených výrobkoch má za úlohu tieto výrobky chrániť proti vlhkosti, mechanickému a chemickému namáhaniu, ale aj ich esteticky zhodnocovať. Jednotlivé druhy náterových látok vytvárajú filmy so špecifickými vlastnosťami, ktoré sú prevažne predurčené chemickým zložením danej náterovej látky. Niektoré vlastnosti povrchových úprav môžu byť ovplyvňované interakciou náterového filmu s drevom, ako aj hrúbkou náterového filmu.

Hrúbka náterového filmu ovplyvňuje konečnú drsnosť povrchovej úpravy. S narastajúcou hrúbkou náterového filmu drsnosť klesá (SLABEJOVÁ – MÓZA 2010).

Zároveň ovplyvňuje aj lesk a v tekutom stave aj množstvo prchavých organických zlúčenín (VOC), ktoré prchajú do prostredia (LEE *et al.* 2003, TESAŘOVÁ *et al.* 2010).

Na zmenu farby povrchu dreva alebo povrchových úprav vplyvajú rôzne faktory. CHOU *et al.* (2008) sledovali farebné zmeny polyuretánových transparentných povrchových úprav. Sledovali vplyv UV-stabilizátora na degradáciu lignínu v dreve ako aj na samotné žltnutie náterového filmu. SCRINZI *et al.* (2011) hodnotili životnosť vodou riediteľných a syntetických polyuretánových povrchových úprav na základe zmeny farby a lesku. Hodnotili transparentné a pigmentované povrchové úpravy. Pri transparentných povrchových úpravách zmena farby koreluje s malou úpravou filmotvornej zložky (SCRINZI *et al.* 2011). PANDEY (2005), SHARRATT *et al.* (2009) a ROSU *et al.* (2010) sledovali vplyv UV-žiarenia viditeľného svetla na zmeny farby a chemické zloženie povrchu rôznych druhov dreva. TOLVAJ, MITSUI (2010) hodnotili zmenu farby, ktorá nastala na povrchu dreva po pôsobení prirodzeného svetla, xenónového a ortuťového svetla. Simulovanými skúškami stárnutia sa vo svojich prácach zaoberali HUANG *et al.* (2012), sledovali fotodegradáciu na dreve upravenom teplom a na neupravenom. TEMIZ *et al.* (2005) a NZOKOU *et al.* (2011) porovnávali na základe farebnej zmeny a drsnosti drevo chemicky ošetrované a neošetrované po simulovanom starnutí a farebnú zmenu po simulovanom žiarení tropických druhov dreva analyzovali BAAR, GRYC (2010). Vplyv zvýšenej teploty na fotodegradáciu masívneho dreva na základe zmeny farby hodnotili PERSZE, TOLVAJ (2012) a GUNDUZ (2009). LANDRY *et al.* (2010) vo svojej práci poukazujú na vplyv spôsobu rozptýlenia ílu v disperzii náterovej látky na mechanické a optické vlastnosti náterového filmu.

Cieľom tejto práce bolo sledovať vplyv hrúbky náterového filmu na zmenu farby transparentných povrchových úprav bukového dreva, pri pôsobení ďalších sledovaných faktorov, ako je spôsob mechanického opracovania povrchu dreva a druh náterovej látky. Následne sa hodnotila zmena farby po pôsobení xenónového svetla v Q-SUN teste na dvoch povrchových úpravách (ekologickej – vodou riediteľnej a dvojzložkovej polyuretánovej s UV filtrom) s tromi hrúbkami náterového filmu a na povrchoch bez náterového filmu.

MATERIÁL A METODIKA

Na vykonanie experimentálnych skúšok boli použité skúšobné telesá z bukového dreva (*Fagus sylvatica L*) s vlhkosťou $8 \pm 2 \%$ a s priemernou hustotou v absolútne suchom stave $676 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Skúšobné telesá o rozmeroch $15 \times 60 \times 100 \text{ mm}$ boli povrchovo opracované tromi rôznymi spôsobmi:

1. **Brúsením** – na pásovej brúske, pričom boli použité rôzne zrnitosti brúsnych papierov, dva smery brúsenia a ich kombinácie (tab. 1).
2. **Frézovaním** – na zrovnávacej a hrúbkovacej frézke.
3. **Lisovaním** – v lise s dvomi vyhrievanými lisovacími platňami, pričom bol použitý lisovací tlak o veľkosti 1 MPa, teplota $120 \text{ }^\circ\text{C}$ a lisovací čas bol 5 minút.

Skúšobné telesá s tangenciálno-radiálnou plochou boli povrchovo upravené nasledovnými dvomi transparentnými náterovými látkami:

- **Aqua-Step Professional (30153)** – je vodouriediteľný lak na polyuretáno-akrylátkopolymérovej disperznej báze a bol aplikovaný ako dvojkomponentný, teda s prídavkom tvrdidla (82221 – polyizokyanátové tvrdidlo pre vodouriediteľné nábytkové laky),
- **PUR-Strong (26303)** – je priehľadný polyuretánový lak, na báze polyakrylátovej živice, resp. acetobutyratej celulózy. Obsahuje kombináciu špeciálnych UV filtrov

s vysokou ochranou proti svetlu. Táto náterová látka je tiež dvojzložková a teda bola aplikovaná s prídavkom tvrdidla (82029 – rozpúšťadlové polyizokynátové tvrdidlo) a vzhľadom na spôsob nanášania aj s prídavkom riedidla.

Náterové filmy boli vytvorené v troch hrúbkach pneumatickým striekaním (tab. 2). Medzi jednotlivými nátermi, bolo urobené ručné prebrúsenie brúsnym papierom so zrnitosťou P240.

Tab. 1 Spôsoby brúsenia povrchu dreva.

Tab. 1 Methods sanding wood surfaces.

Opracovanie		Zrnitosť brúsneho papiera a smer brúsenia	Počet telies [ks]
Brúsenie	Jednoduché	60	10
		60 ⊥	10
		80	10
		80 ⊥	10
		120	10
		120 ⊥	10
	Dvojkombinácia	60 ⊥ 120	10
		80 ⊥ 150	10
		120 ⊥ 180	10
	Trojkombinácia	80 ⊥ 120 180	10

Poznámka: 60 || – brúsenie zrnitosťou 60 v smere rovnobežne s vláknami, 60 ⊥ – brúsenie zrnitosťou 60 v smere kolmo na vlákna. Pri trojkombinácii sa posledné brúsenie zrnitosťou 180 || uskutočnilo v opačnom smere ako brúsenie 120 ||.

Tab. 2 Použité náterové látky.

Tab. 2 Paint coatings used for surface finishing.

Hrúbka	Náterové látky	Náterové filmy		
		Interval hrúbok [μm]	Priemerná hrúbka [μm]	Priemerná hrúbka súboru [μm]
H1	Aqua-Step Professional	30–60	53	54
	PUR-Strong		55	
H2	Aqua-Step Professional	60–90	74	73
	PUR-Strong		71	
H3	Aqua-Step Professional	90–120	100	97
	PUR-Strong		95	

Podstatou skúšky bolo zistiť zmenu farby pri rôznej hrúbke náterového filmu. Farba bola meraná spektrálnym fotometrom BYK-Gardner GmbH 6834, meralo sa v sústave CIELAB, hodnoty $L^*a^*b^*$. Údaje o farbe (L^* - merná svetlosť, a^* - červeno/zelená zložka, b^* - modro/žltá zložka) boli merané v troch bodoch na jednej vzorke. Prvé meranie sa uskutočnilo pred nanosom náterovej látky a potom na jednotlivých povrchových úpravách s rôzne hrubým náterovým filmom. Z nameraných hodnôt $L^*a^*b^*$ bola vypočítaná zmena farby ΔE^* podľa nasledujúcej rovnice (CIE 1986):

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

Hrúbka náteru sa stanovila meracím prístrojom PosiTector 200, ktorý využíva nedeštruktívnu metódu na ultrazvukovom princípe.

Zo skupiny skúšobných telies, ktorých povrch bol mechanicky upravený brúsením (60 ⊥ 120 ||) sa pripravili vzorky o rozmeroch 15 × 40 × 45 mm, ktoré boli povrchovo upravené náterovými látkami Aqua-Step Professional a PUR-Strong s tromi uvádzanými hrúbkami náterového filmu (tab. 2). Povrchovo upravené vzorky (4 ks z každej skupiny) a 4 ks vzoriek bez povrchovej úpravy, boli vystavené simulovanému svetelnému žiareniu v zariadení Q-SUN test model Xe-1-S, s nasledovnými parametrami: lampa xenon 1800

W, UV filtre: 1 × daylight-Q, 1 × window-Q, výkon 0,15 W·m⁻², teplota na čiernom panely 40 ± 2 °C.

Metodika skúšky odolnosti povrchových úprav a povrchu dreva proti umelému žiareniu bola podľa normy STN EN ISO 11341, pričom ale bola modifikovaná intenzita žiarenia v Q-SUN teste. Pred samotnou skúškou vystavenia umelému žiareniu, bola na povrchu všetkých vzoriek opäť meraná farba spektrálnym fotometrom BYK-Gardner GmbH 6834, v sústave CIELAB boli namerané hodnoty L*a*b*. Následne boli skúšobné telesá vystavené umelému žiareniu po dobu 24, 48, 72 a 96 hodín. Po každom časovom intervale sa na ich povrchu merala farba a vyhodnocovala zmena farby ΔE* v sústave CIELAB.

Zmena farby povrchu po vytvorení transparentného náterového filmu ako aj po simulovanom pôsobení prirodzeného svetla sa vyhodnocovala podľa tab. 3.

Tab. 3 Kolorimetrické vyhodnotenie (ALLEGRETTO *et al.* 2009).

Tab. 3 Colorimetric evaluation (ALLEGRETTO *et al.* 2009).

0,2>ΔE*	neviditeľný rozdiel
0,2<ΔE*<2	malý rozdiel
2<ΔE*<3	farebná zmena viditeľná s vysoko kvalitným filtrom
3<ΔE*<6	farebná zmena viditeľná so stredne kvalitným filtrom
6<ΔE*<12	vysoké farebné zmeny
ΔE*>12	odlišná farba

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vplyv vybraných faktorov (hrúbky náterového filmu, opracovania povrchu pred povrchovou úpravou, druhu náterovej látky) a ich interakcií na zmenu farby povrchu sa štatisticky vyhodnotil trojfaktorovou analýzou rozptylu.

Tab. 4 Základná tabuľka analýzy rozptylu pre zmenu farby ΔE*.

Tab. 4 Basic table analysis of variance for colour change ΔE*.

	Súčet štvorcov	SV	Rozptyl	F-test	HV
Absolútny člen	23370,70	1	23370,70	30279,62	0,000
Hrúbka náterového filmu	7969,44	3	2656,48	3441,80	0,000
Opracovanie	978,64	11	88,97	115,27	0,000
Druh náterovej látky	1496,20	1	1496,20	1938,51	0,000
Hrúbka náter. filmu *Opracovanie	406,67	33	12,32	15,97	0,000
Hrúbka náter. filmu *Druh náter. látky	571,67	3	190,56	246,89	0,000
Opracovanie *Druh náter. látky	247,33	11	22,48	29,13	0,000
Hrúbka náter. filmu *Opracovanie *Druh náter. látky	267,51	33	8,11	10,50	0,000
Chyba	1037,34	1344	0,77		

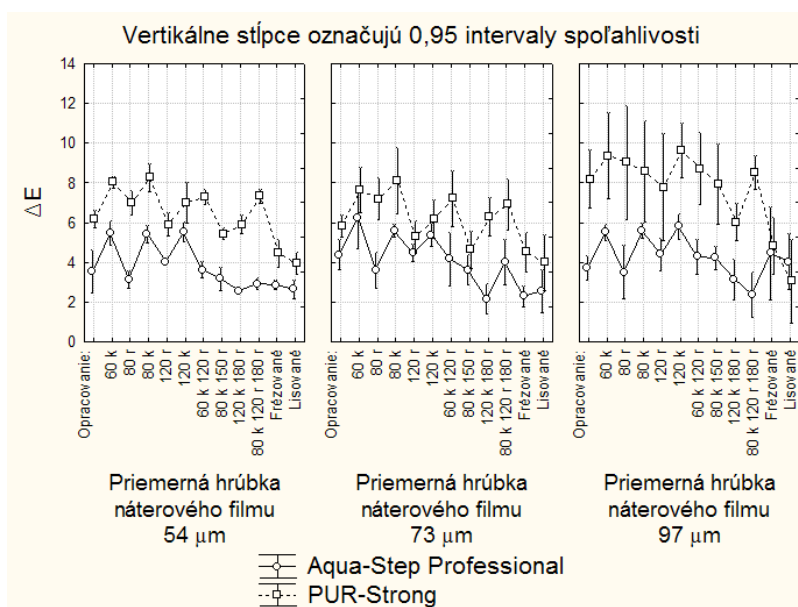
Poznámka: SV – stupne voľnosti, HV – hladina významnosti.

Na základe výsledkov hladiny významnosti sa ako štatisticky veľmi významné ukázali všetky hodnotené faktory a všetky interakcie medzi nimi (tab. 4). Zmena farby ΔE* je teda ovplyvňovaná hrúbkou náterového filmu, spôsobom opracovania povrchu dreva a druhom použitej náterovej látky.

Z grafu na obr. 1 vidíme, že plochy s povrchovými úpravami, ktoré boli v predpríprave brúsené len kolmo na vlákna, vykazovali väčšie farebné zmeny povrchu po aplikácii

náterových látok, ako plochy, ktoré boli brúsené len rovnobežne s vláknami. Takto sa správala polyuretáno-akrylátkopolymérová vodou riediteľná povrchová úprava, ako aj povrchová úprava vytvorená dvojzložkovou polyuretánovou náterovou látkou, pri všetkých troch hrúbkach náterového filmu. Väčšie zmeny farby ΔE^* po nanosení náterovej látky vykazovali plochy s povrchovou úpravou polyuretánovou (PUR-Strong) a to pri všetkých troch hrúbkach náterového filmu. Na lisovaných telesách, na ktorých bol vytvorený najhrubší náterový film, došlo k menšej zmene farby povrchovej úpravy polyuretánovej, ako polyuretáno-akrylátovej vodovej. Túto nižšiu farebnú zmenu mohla eliminovať interakcia medzi zmenou farby povrchu dreva po lisovaní a samotnou farbou náterového filmu.

Zmeny farby vplyvom náterového filmu na povrchovej úprave polyuretáno-akrylátovej vodovej s hrúbkou náterového filmu H1 boli v rozsahu od 2,5 do 5,5. Je to podľa tab. 3 farebná zmena viditeľná s vysoko kvalitným filtrom až farebná zmena viditeľná so stredne kvalitným filtrom. Pri hrúbke náterového filmu H2 boli farebné zmeny v intervale od 2,1 do 6,3. Farebné zmeny nad 6 označujeme podľa tab. 3 ako vysoké farebné zmeny. Náterový film s hrúbkou H3 sa vyznačoval farebnými zmenami ΔE^* od 2,3 do 5,9.



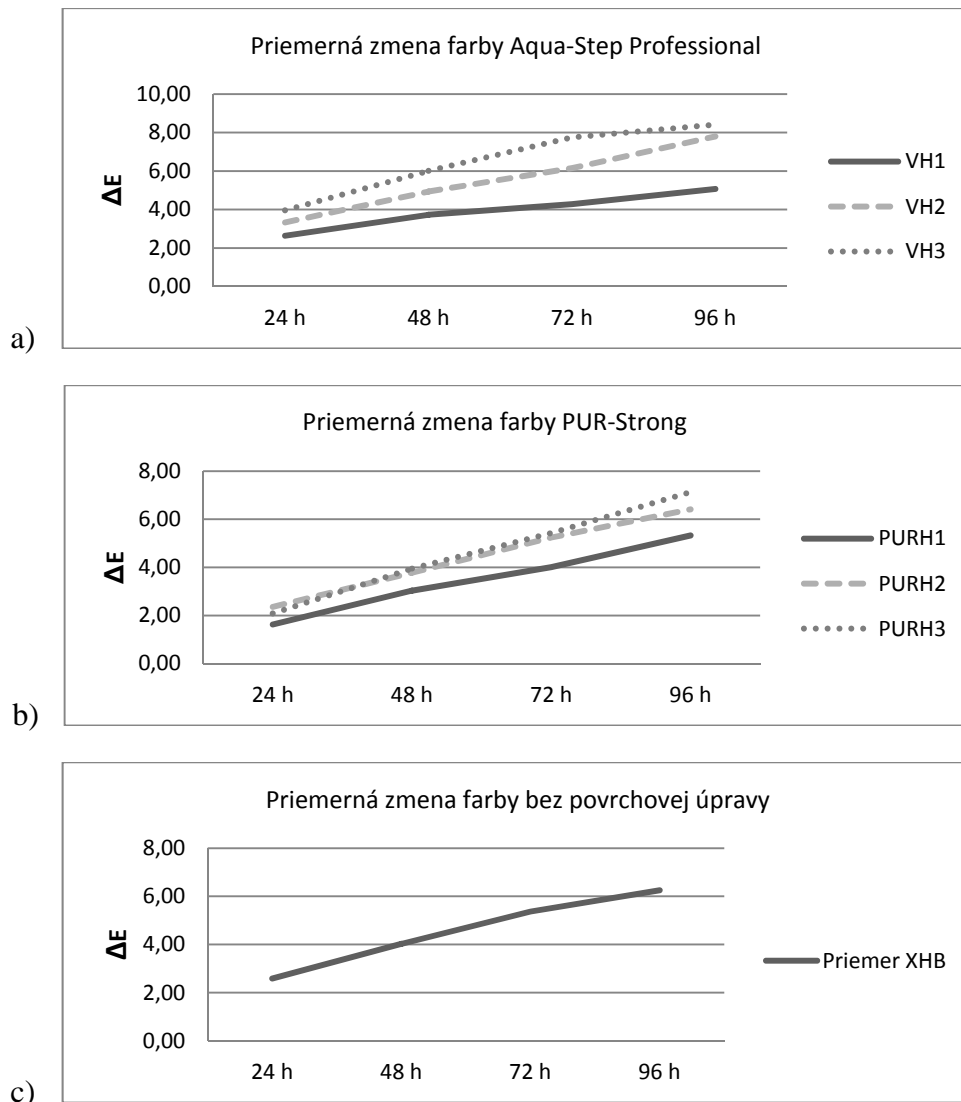
Poznámka: 60 r – brúsenie zrnitosťou 60 v smere rovnobežne s vláknami, 60 k – brúsenie zrnitosťou 60 v smere kolmo na vlákna. Pri trojkombinácii sa posledné brúsenie zrnitosťou 180 r uskutočnilo v opačnom smere ako brúsenie 120 k.

Obr. 1 Vplyv hrúbky náterového filmu na zmenu farby ΔE^* dvoch transparentných povrchových úprav bukoveho dreva na rôzne mechanicky opracovaných povrchoch dreva.

Fig. 1 An influence of film thickness on the color change ΔE^* two transparent finishes beech on different mechanically treated wood surfaces.

Vyššie farebné zmeny na povrchu dreva s náterovým filmom boli na povrchovej úprave polyuretánovej. Pri hrúbke náterového filmu H1 to bolo od 3,9 do 8,3, pri H2 od 3,9 do 8,3 a pri H3 od 3,0 do 9,7.

Z grafu na obr. 2a, b, c vidíme, ako sa menila farba povrchových úprav na bukoveho dreve s tromi rôzne hrubými náterovými filmami pôsobením xenónového svetla a rovnako aj na povrchu vzoriek bez povrchovej úpravy. Tak ako hrúbka náterového filmu vplývala na prvotnú zmenu farby povrchu, tak ovplyvňovala aj fotodegradáciu povrchových úprav. S rastúcou hrúbkou náterového filmu nepatrne rástla aj zmena farby povrchovej úpravy na obidvoch sledovaných povrchových úpravách. Pre porovnanie, ako sa mení farba povrchu dreva neupraveného náterovými látkami vplyvom xenónového žiarenia, vidíme v grafe na obr. 2c.



Poznámka: VH1, VH2, VH3 – vodou riediteľná povrchová úprava s tromi hrúbkami náterového filmu (H1, H2, H3), PURH1, PURH2, PURH3 – syntetická polyuretánová povrchová úprava s tromi hrúbkami náterového filmu (H1, H2, H3), XHB - vzorky bukového dreva bez povrchovej úpravy.

Obr. 2 Zmena farby povrchu bukového dreva po pôsobení simulovaného žiarenia v Q-SUN teste. a) Aqua-Step Professional, b) PUR-Strong, c) bez povrchovej úpravy.

Fig. 2 Change the color at surface beech after exposure to simulated radiation in Q-SUN test. a) Aqua-Step Professional, b) PUR-Strong, c) uncoated.

Veľkosť zmeny farby povrchovo upravených vzoriek významne ovplyvňuje druh povrchovej úpravy a aj hrúbka náterového filmu. Naše zistenia sa zhodujú s výsledkami CHOU *et al.* (2008), ktorí vo svojej práci tvrdia, že farebné zmeny transparentných povrchových úprav sú spôsobené farebnými zmenami dreva ako aj zároveň žltnutím náterového filmu.

Rôzne mechanicky opracované povrchy dreva majú rôznu drsnosť (GÁBORÍK, ŽITNÝ, 2007, KÚDELA *et al.* 2004, LIPTÁKOVÁ, KÚDELA 2000). Z grafu na obr. 1 vidíme, že rôzne mechanické opracovanie povrchu dreva a zároveň odlišná počiatková drsnosť povrchu má vplyv na zmenu farby. K podobným záverom dospeli aj SCRINZI *et al.* (2011). Na zmenu farby mal výrazný vplyv aj druh náterovej látky, čo odôvodňujú vo svojej práci SCRINZI *et al.* (2011) tvrdením, že len malá úprava filmotvornej látky má už vplyv na zmenu farby transparentných povrchových úprav.

ZÁVER

Na základe vyhodnotenia výsledkov môžeme konštatovať, že na optickú vlastnosť povrchovej úpravy (farbu povrchu) vplýva spôsob opracovania povrchu dreva, druh náterovej látky ako aj hrúbka náterového filmu. Významný vplyv má smer brúsenia (pri kombináciách smer posledného brúsenia), pričom väčšia farebná zmena je na povrchoch brúsených kolmo na drevné vlákna, ako na povrchoch, ktoré boli brúsené len rovnobežne s vláknami. S rastúcou hrúbkou náterového filmu sa viacej mení aj farba povrchovej úpravy dreva.

Pri xenónovom svetelnom žiarení dochádza k väčším farebným zmenám na vzorkách s hrubším náterovým filmom. V porovnaní povrchov bukoveho dreva neupraveného náterovými látkami, a dreva s povrchovou úpravou po pôsobení xenónového žiarenia, sa na zmene farby transparentných povrchových úprav podieľa zmena farby dreva ale aj zmena farby samotného náterového filmu, ktorá je podmienená hlavne chemickým zložením náterovej látky a zároveň aj hrúbkou náterového filmu.

LITERATÚRA

- ALLEGRETTO, O., TRAVAN, L., CIVIDINI, R. 2009. Drying techniques to obtain white Blecha. In Wood Drying Seminar "Improvement of Wood Drying Quality by Conventional and Advanced Drying Techniques" in Bled, Slovenia [online], 2009, 19s. Dostupné na internete: http://timberdry.net/downloads/EDG-SeminarBled/Presentation/EDG_Seminar_Bled_2009_Travan.pdf
- BAAR, J., GRYC, V. 2010. Analýza barvy dřeva a její změny vlivem simulovaného slunečního záření u tropických dřev. Acta univ. agric. etsilvic. Mendel. Brun. Science [online], 2010, 58(5): 13–20. Dostupné na internete: http://www.mendelu.cz/dok_server/slozka.pl?id=45392;download=68244.
- CIE 1986. Colorimetry. 2nd Edition, CIE Pub. No. 15.2. Commission Internationale de l'Éclairage, Vienna, 74 p.
- GÁBORÍK, J., ŽITNÝ, M. 2007. The influence of rotary smoothing on the quality of wood surface. In Annals of Warsaw Agricultural University. Forestry and Wood Technology. No 61. Warszawa, 2007, s. 230–232. ISSN 0208-5704.
- GUNDUZ, G., AYDEMIR, D., KARAKAS, G. 2009. The effects of thermal treatment on the mechanical properties of wild Pear (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.) wood and changes in physical properties. Materials & Design [online], 2009, 30(10): 4391–4395. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- HUANG, X., KOCAEFE, D., KOCAEFE, Y., BOLUK, Y., PICHETTE, A. 2012. A spectrophotometric and chemical study on color modification of heat-treated wood during artificial weathering. Applied Surface Science [online], 2012, 258(14): 5360–5369. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- CHOU, P-L., CHANG, H-T., YEH, T-F., CHANG, S-T. 2008. Characterizing the conservation effect of clear coatings on photodegradation of wood. Bioresource Technology [online], 2008, 99(5): 1073–1079. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- KÚDELA, J., LIPTÁKOVÁ, E., GINDL, M. 2004. On the Wetting Behaviour of Different Treated Beech Wood Surfaces. In Proceedings of the 2nd International Symposium on Wood Machining, 2004, s. 467–473. ISBN 3-9501315-2-3.
- LANDRY, V., BLANCHET, P., RIEDL, B. 2010. Mechanical and optical properties of clay-based nanocomposites coatings for wood flooring. Progress in Organic Coatings [online], 2010, 67(4): 381–388. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- LEE, S-CH., KWOK, N-H., GUO, H., HUNG, W-T. 2003. The effect of wet film thickness on VOC emissions from a finishing varnish. Science of The Total Environment [online], 2003, 302(1–3): 75–84. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- LIPTÁKOVÁ, E., KÚDELA, J. 2000. Vlastnosti povrchu bukoveho dreva pri rôznom spôsobe mechanického opracovania. In Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2000. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene 2000, s. 107–116. ISBN 80-228-0952-7.

- NZOKOU, P., KAMDEM, D. P., TEMIZ, A. 2011. Effect of accelerated weathering on discoloration and roughness of finished ash wood surfaces in comparison with red oak and hard maple. *Progress in Organic Coatings* [online], 2011, 71(4): 350–354. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- PANDEY, K.K. 2005. Study of the effect of photo-irradiation on the surface chemistry of wood. *Polymer Degradation and Stability* [online], 2005, 90(1): 9–20. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- PERSZE, L., TOLVAJ, L. 2012. Photodegradation of wood at elevated temperature: Colour change. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* [online], 2012, 108(1): 44–47. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- ROSU, D., TEACA, C.-A., BODIRLAU, R., ROSU, L. 2010. FTIR and color change of the modified wood as a result of artificial light irradiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* [online], 2010, 99(3): 144–149. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- SCRINZI, E., ROSSI, S., DEFLORIAN, F., ZANELLA, C. 2011. Evaluation of aesthetic durability of waterborne polyurethane coatings applied on wood for interior applications. *Progress in Organic Coatings* [online], 2011, 72(1–2): 81–87. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- SHARRATT, V., HILL, C.A.S., KINT, D.P.R. 2009. A study of early colour change due to simulated accelerated sunlight exposure in Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Polymer Degradation and Stability* [online], 2009, 94(9): 1589–1594. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- SLABEJOVÁ, G., MÓZA, M. 2010. Vplyv vybraných faktorov na drsnosť povrchu dreva upraveného vodou riediteľnými náterovými látkami. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 52(1): 47–54. ISSN 1336-3824.
- TEMIZ, A., YILDIZ, U. C., AYDIN, I., EIKENES, M., ALFREDSSEN, G., ÇOLAKOĞLU, G. 2005. Surface roughness and color characteristics of wood treated with preservatives after accelerated weathering test. In *Applied Surface Science* [online], 2005, 250(1–4): 35–42. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- TESAŘOVÁ, D., CHLADIL, J., ČECH, P., TOBIÁŠOVÁ, K. 2010. *Ekologické povrchové úpravy*. Monografia. Brno. 2010. 126 s.
- TOLVAJ, L., MITSUI, K. 2010. Correlation between hue angle and lightness of light irradiated wood. *Polymer Degradation and Stability* [online]. 95(4): 638–642. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- ZAHRI, S., BELLONCLE, C., CHARRIER, F., PARDON, P., QUIDEAU, S., CHARRIER, B. 2007. UV light impact on ellagitannins and wood surface colour of European oak (*Quercus petraea* and *Quercus robur*). *Applied Surface Science* [online], 2007, 253(11): 4985–4989. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.

Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol vďaka finančnej podpore Slovenskej grantovej agentúry VEGA (Grant č.1/0422/12 a Grant č.1/0574/12).

Adresa autorov

¹Ing. Gabriela Slabejová, PhD.

¹Ing. Jozef Fekiač

²Ing. Miloš Pánek, PhD.

Technická univerzita vo Zvolene

Drevárska fakulta

¹Katedra nábytku a drevárskych výrobkov

²Katedra mechanickej technológie dreva

T.G. Masaryka 24

960 53 Zvolen

Slovenská republika

slabejova@tuzvo.sk

fekiac@tuzvo.sk

panek@tuzvo.sk