

FOTOSTABILITA TRANSPARENTNÝCH POVRCHOVÝCH ÚPRAV BUKOVÉHO DREVA

PHOTOSTABILITY OF TRANSPARENT SURFACE COATINGS OF BEECH WOOD

Gabriela Slabejová

ABSTRACT

The paper evaluates light resistance based on colour change in the interior composed of three transparent coatings of beech wood. It also monitors the influence of four examined factors on the colour change of surface treatments; the four factors being: exposure to natural light in the interior, the length of exposure to natural light and its influence on the surface treatment, types of wood surface treatment and parts of wood – sapwood, false heartwood. The submitted article deals primarily with colour changes occurring on the sapwood and the false heartwood of beech. The changing colour of surface treatment was evaluated on samples stored in the interior and exposed to natural light behind the window glass for the period of 10 months. The colour changes were also evaluated on samples stored in dark places where there was no exposure to light. More accentuated changes occurred on wood finishes that were exposed to natural light radiation. Concerning the irradiated samples, the contrast between the sapwood and the false core has decreased after 10 months. On the contrary, it stayed preserved on the non-irradiated samples and could be easily seen with the naked eye.

Keywords: beech wood, CIELAB system, colour changes, interior, paints, photostability.

ÚVOD

Pod pojmom povrchová úprava sa rozumie proces, pri ktorom sa na povrch výrobku alebo dielca nanášajú tekuté alebo pevné materiály. Povrchová úprava má za úlohu výrobky chrániť a esteticky zhodnocovať. Jednou z estetických vlastností povrchovej úpravy dreva je jej farba. Výrobky z dreva sa často upravujú transparentnými náterovými látkami, ktoré vytvárajú priehľadný film a tým zostáva priznaná farba aj textúra dreva. Drevo ako heterogénny materiál, má rôzne sfarbenie belí a jadra, letného a jarného dreva, prípadne sa nepatrné rozdiely prejavujú aj na jednotlivých plochách dreva. U niektorých drevín sú tieto rozdiely veľmi výrazné, u iných takmer zanedbateľné.

Buk lesný sa zaraďuje medzi bezjadrové dreviny, avšak jeho drevo je typické častou tvorbou nepravého jadra. Nepravé jadro je charakteristické tmavším sfarbením dreva. Na vysušenom bukovom dreve nie je pozorovateľný rozdiel farby medzi belou a zrelým drevom, avšak je výrazne iné sfarbenie nepravého jadra. Z estetického hľadiska to môže byť veľmi rušivý prvok farebnej homogenity alebo naopak dizajnérsky zhodnotený kontrast farieb dreva. V prípade transparentnej povrchovej úpravy je potom dôležité

vedieť, k akým farebným zmenám dochádza na povrchu dreva s náterovým filmom v procese starnutia, ak na povrchovú úpravu pôsobí prirodzené svetelné žiarenie. Svetelnou stabilitou akrylátových náterov sa zaoberali DECKER, BIRY (1996) a MAMOŇOVÁ, REINPRECHT (2008). Odolnosťou proti UV žiareniu povrchovej úpravy z maleinanhydridu modifikovaného polypropylénu a zmesi polyuretánov s rozptýlenými nanočasticami oxidu zinočnatého v obidvoch prípadoch náterov sa zaoberali SALLA *et al.* (2012).

ZAHRI *et al.* (2007) sa zaoberali farebnou odchýlkou dvoch európskych druhov duba, počas pôsobenia prirodzeného svetla a hľadali súvislosti s obsahom fenolov v dreve a ich svetlostálosťou. Farebnú odchýlku po simulovanom žiarení tropických druhov dreva analyzovali BAAR, GRYC (2010).

Tak ako sa zložky dreva podieľajú na farebnej zmene povrchu dreva, podieľajú sa aj zložky náterovej látky na zmene farby náterového filmu. Rôzne transparentné povrchové úpravy spôsobujú farebné odchýlky povrchu dreva. Problematikou vplyvu transparentnej povrchovej úpravy na možnosť umocnenia estetických vlastností textúr koreníc sa zaoberala MAMOŇOVÁ (2009). Farebnú odchýlku povrchových úprav dreva po pôsobení žiarenia hodnotili TESAŘOVÁ (2009) a REINPRECHT *et al.* (2011), svetlostálosť ekologických povrchových úprav hodnotili RUŽINSKÁ *et al.* (2009).

V experimente bola sledovaná farebná odchýlka transparentných povrchových úprav bukového dreva na beľovej časti a na nepravom jadre pri pôsobení prirodzeného denného svetla, pričom vzorky boli vystavené za okenným sklom.

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

V experimente boli použité telesá z bukového dreva (*Fagus sylvatica* L.) o rozmeroch 100 mm × 100 mm × 3 mm, s vlhkosťou 8 % ± 2 % a s priemernou hustotou v absolútne suchom stave $\rho_0 = 676 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Povrch skúšobných telies bol opracovaný brúsením na pásovej brúske s brúsnym papierom so zrnitosťou číslo 60 a následne s brúsnym papierom so zrnitosťou číslo 120.

Skúšobné telesá boli jednostranne povrchovo upravené pneumatickým striekaním náterovými látkami, ktoré sú uvedené v tab. 1.

- PUR-Strong 26303 - vysokohodnotný polyuretánový priehľadný lak, na báze polyakrylátovej živice, resp. acetobutyratevej celulózy. Táto náterová látka je dvojzložková a teda bola aplikovaná s prídavkom tvrdidla (82029 – rozpúšťadlové polyizokynátové tvrdidlo) a vzhľadom na spôsob nanášania aj s prídavkom riedidla. Obsahuje kombináciu špeciálnych UV filtrov, ktoré chránia drevený podklad a eventuálne použité moridlá pred predčasným žltnutím respektíve vyblednutím.
- Aqua-Step Professional 30153 - vodouriediteľný lak na polyuretánovo-akrylát-kopolymérovej-disperznej báze, ktorý sa voliteľne spracováva ako jednokomponentný alebo s prídavkom tvrdidla ako dvojkomponentný lak. Tvrdidlo je roztok alifatického polyizokyanátu (82221 - polyizokyanátové tvrdidlo pre vodouriediteľné nábytkové laky),
- Naturnah Hartwachs 96050 - tvrdý vosk neobsahujúci rozpúšťadlá, je na báze prírodných olejov a vosku. Vytvrdzovanie voskovej vrstvy prebieha za pomoci vzdušného kyslíka.

Náterové látky boli nanášané na tangenciálno-radiálne plochy skúšobných telies v troch rôznych hrúbkach náterového filmu (tab. 1). Medzi jednotlivými nátermi, bolo urobené ručné prebrúsenie brúsnym papierom so zrnitosťou P240.

Vzorky s povrchovou úpravou boli vystavené pôsobeniu prirodzeného denného svetla za okenným sklom v horizontálnej polohe od 1.5.2011 do 1.3.2012. Okno bolo orientované na južnú svetovú stranu.

Farba povrchovej úpravy sa merala spektrálnym fotometrom BYK-Gardner GmbH 6834 (s obvodovým osvetlením) na šiestich miestach skúšobného telesa (na troch miestach na belí a na troch miestach na nepravom jadre). Spektrálny fotometer bol vybavený optikou na meranie farebného odtieňa v špecifikácii 45° dopad svetla/0° meranie a integrovanou optikou na meranie lesku s geometriou 60°. Meralo sa v sústave CIELAB, hodnoty $L^*a^*b^*$. Z nameraných hodnôt $L^*a^*b^*$ bola vypočítaná farebná odchýlka ΔE^* – Euklidovská vzdialenosť podľa nasledujúcej rovnice (CIE 1986):

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

kde: L^* – je jas alebo svetlosť farby,
 a^* – je súradnica s odtieňom medzi červenou a zelenou,
 b^* – je súradnica s odtieňom medzi žltou a modrou.

Tab. 1 Použité náterové látky.

Tab. 1 Paint coatings used for surface finishing.

Označenie	Náterová látka	Hrúbka	Hrúbka vytvrdnutého náterového filmu	
			Počet náterov	Priemerná hrúbka [μm]
S1	PUR-Strong 26303	H1	1	50
		H2	2	100
		H3	3	150
S2	Aqua-Step Professional 30153	H1	1	40
		H2	2	70
		H3	3	100
S3	Naturnah Hartwachs 96050	H1	1	60
		H2	2	80
		H3	3	100

Tab. 2 Kolorimetrické vyhodnotenie (ALLEGRETTO *et al.* 2009).

Tab. 2 Colorimetric evaluation (ALLEGRETTO *et al.* 2009).

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

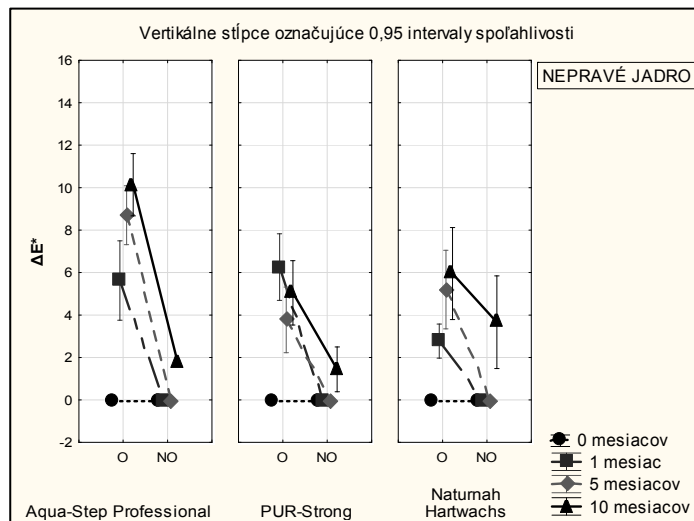
Prvé merania farby povrchu sa uskutočnili hneď po vytvrnutí náterového filmu a farebná odchýlka sa potom stanovovala po 1., 5. a 10. mesiaci. Skúšobné telesá boli rozdelené do dvoch skupín, jedna skupina boli telesá vystavené prirodzenému svetelnému žiareniu a druhá skupina boli telesá uložené na tmavom mieste. Po 10. mesiacoch sa zhodnotila farba povrchových úprav obidvoch skupín aj vizuálne.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vypočítané hodnoty farebných odchýlok ΔE^* boli vyhodnocované štvorfaktorovou analýzou rozptylu. Sledoval sa vplyv druhu náterovej látky (3 úrovne 1. faktora), nepravého jadra a belí (2 úrovne 2. faktora), prirodzeného svetelného žiarenia (2 úrovne 3. faktora) a vplyv dĺžky svetelného žiarenia na povrchové úpravy (4 úrovne 4. Faktora).

Potvrdilo sa, že sledované faktory sú štatisticky veľmi významné, len 1. faktor druh náterovej látky je štatisticky málo významný.

Ako vidíme na obr. 1 a obr. 2, telesá upravené náterovou látkou polyuretánovo-akrylátovou vodou riediteľnou mali na nepravom jadre nepatrne väčšiu farebnú odchýlku ($\Delta E^* = 5,5$) ako na beľovej časti dreva ($\Delta E^* = 5,0$) už po 1. mesiaci pôsobenia prirodzeného svetla. Väčšia farebná odchýlka na nepravom jadre bola aj po 5. a 10. mesiaci. Po 10. mesiaci to bolo na nepravom jadre $\Delta E^* = 10$ a na beľovej časti $\Delta E^* = 9,2$. Kolorimetrickým vyhodnotením podľa ALLEGRETTO *et al.* (2009), obidve farebné odchýlky môžeme zaradiť do rovnakej skupiny (tab. 2), a to skupiny vysokých farebných zmien.



Obr. 1 Vplyv ožiarenia (O), prípadne neožiarenia (NO) prirodzeným svetlom v interiéri na zmenu farby ΔE^* troch transparentných povrchových úprav bukoveho dreva s nepravým jadrom v troch časových úsekoch.

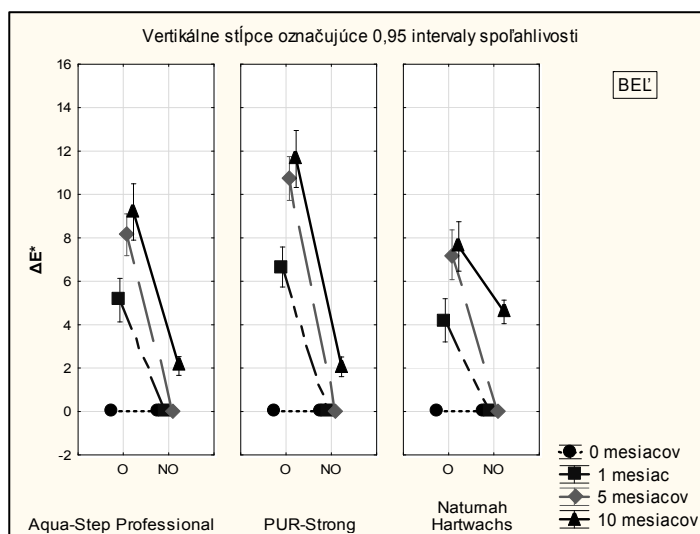
Fig. 1 Influence of irradiation (O) or nonirradiation (NO) on the colour change ΔE^* of three transparent finishes of beech wood with false heartwood, carried out in three time intervals using natural light in the interior.

Ďalej z obrázkov 1 a 2 vidíme, že povrchy, ktoré neboli vystavené svetelnému žiareniu vykazovali po 10. mesiacoch farebnú odchýlku na nepravom jadre $\Delta E^* = 1,7$ a na beli $\Delta E^* = 2,1$. Farebnú odchýlku na nepravom jadre podľa tab. 2 môžeme charakterizovať ako malý rozdiel a na beli ako farebná zmena viditeľná s vysoko kvalitným filtrom. Tieto zmeny farby sú spôsobené len prirodzeným starnutím povrchovej úpravy. Vidíme, že na neožarovaných vzorkách je práve nepatrne väčšia farebná odchýlka na beli.

Farebná odchýlka na beľovej časti upravenej náterovou látkou, dvojzložkovou polyuretánovou s UV filtrom, takmer rovnomerne rástla s predlžujúcim sa časom ožarovania, po 1. mesiaci mala $\Delta E^* = 6,8$ a po 10. mesiaci $\Delta E^* = 11,5$ čo podľa tab. 2 môžeme označiť ako vysoká farebná zmena. Rozdielne sa správala časť vzorky s nepravým jadrom, kde najväčšia farebná odchýlka bola zaznamenaná po 1. mesiaci a to $\Delta E^* = 6$. Po 5. mesiaci $\Delta E^* = 4$ a po 10. mesiaci $\Delta E^* = 5$. Farebná odchýlka neožarovaných telies bola po 10. mesiaci na beli 2,0 a na nepravom jadre 1,4 pričom obidve farebné odchýlky môžeme podľa tab. 2 zaradiť medzi malý farebný rozdiel.

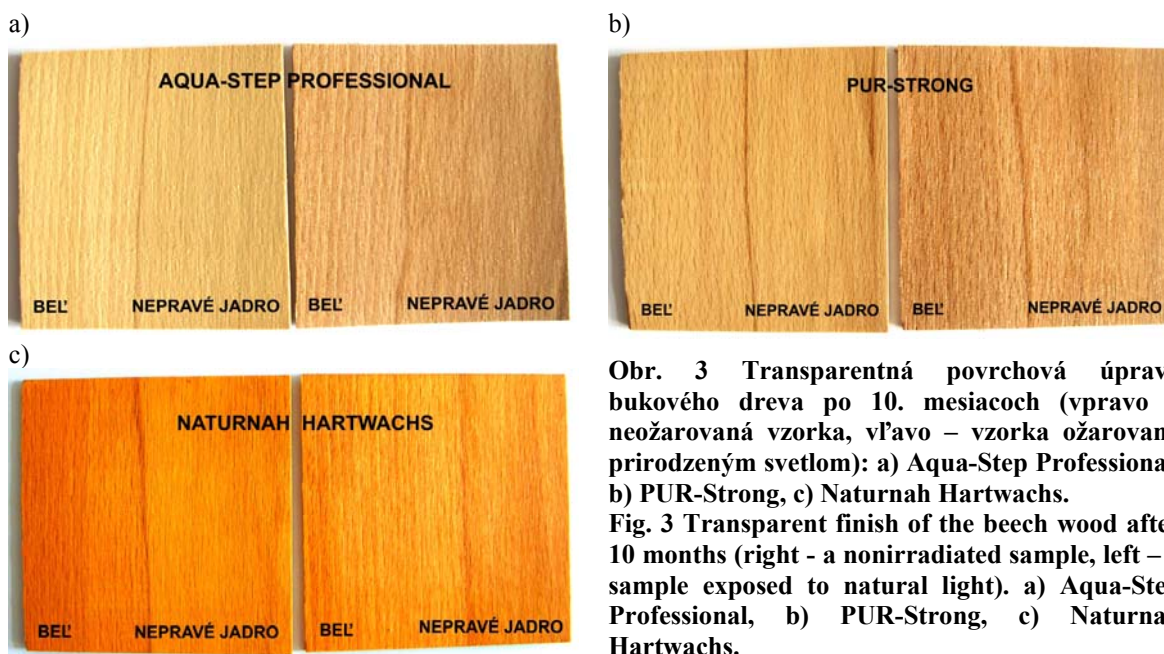
Povrchová úprava voskovo olejová sa tiež chovala v procese ožarovania prirodzeným svetlom rozdielne na beľovej časti, ako na nepravom jadre. Po 1. mesiaci farebná odchýlka na nepravom jadre bola $\Delta E^* = 2,8$ a na beli bola $\Delta E^* = 4,2$. Po 10. mesiacoch na nepravom jadre bola $\Delta E^* = 5,9$ čo je podľa tab. 2 farebná zmena viditeľná

so stredne kvalitným filtrom a na beli bola $\Delta E^* = 7,7$ to je už vysoká farebná zmena. Táto povrchová úprava zaznamenala najväčšiu farebnú odchýlku po 10. mesiacoch na neožarovaných telesách. Na beli to bolo $\Delta E^* = 4,8$ a na nepravom jadre $\Delta E^* = 3,7$ to sú podľa tab. 2 farebné zmeny viditeľné so stredne kvalitným filtrom .



Obr. 2 Vplyv ožiarenia (O), prípadne neožiarenia (NO) prirodzeným svetlom v interiéri na zmenu farby ΔE^* troch transparentných povrchových úprav beľového bukového dreva v troch časových úsekoch.

Fig. 2 Influence of irradiation (O) or nonirradiation (NO) on the colour change ΔE of three transparent finishes of beech wood with sapwood, carried out in three time intervals using natural light in the interior.



Obr. 3 Transparentná povrchová úprava bukového dreva po 10. mesiacoch (vpravo – neožarovaná vzorka, vľavo – vzorka ožarovaná prirodzeným svetlom): a) Aqua-Step Professional, b) PUR-Strong, c) Naturnah Hartwachs.

Fig. 3 Transparent finish of the beech wood after 10 months (right - a nonirradiated sample, left - a sample exposed to natural light). a) Aqua-Step Professional, b) PUR-Strong, c) Naturnah Hartwachs.

Z vizuálneho hodnotenia môžeme konštatovať, že vzorky upravené náterovou látkou polyuretánovo-akrylátovou vodou riediteľnou, po 10. mesiacoch ožarovania prirodzeným svetlom nadobudli voľným okom viditeľné farebné odchýlky povrchu v porovnaní s neožarovanými vzorkami (obr. 3a). Vzorky vystavené prirodzenému svetelnému žiareniu boli viac sfarbené do žltá a neožarované vzorky boli ružovohnedé. Výrazný kontrast medzi beľou a nepravým jadrom sa po 10. mesiacoch zreteľne znížil. Výrazne tmavšia zostala len

hranica medzi nepravým jadrom a belou (obr. 3a). Rovnako aj povrchová úprava vytvorená náterovou látkou, dvojzložkovou polyuretánovou s UV filtrom, bola výrazne sfarbená do žltá na vzorkách ožarovaných v porovnaní s neožarovanými. Kontrast medzi belou a nepravým jadrom sa znížil, tmavšia zostala len hranica medzi nimi (obr. 3b). Voskovo olejová povrchová úprava vykazovala najmenšiu farebnú odchýlku, ktorá ani nebola viditeľná voľným okom medzi ožarovanými a neožarovanými vzorkami. Zmena však nastala v sfarbení beli a nepravého jadra, pričom bel' po 10. mesiacoch pôsobenia prirodzeného slnečného žiarenia bola tmavšia ako nepravé jadro (obr. 3c).

Najväčšie farebné odchýlky, medzi jednotlivými časovými intervalmi merania boli na všetkých povrchových úpravách práve po 1. mesiaci pôsobenia prirodzeného svetelného žiarenia, teda rozdiel medzi 1. a 2. meraním. Takéto výsledky dosiahla aj TESAŘOVÁ (2009), kde tiež najväčšie farebné odchýlky, pri hodnotení svetlostálosti rôznych povrchových úprav na dreve, nastali práve po 1. mesiaci vystavenia svetelnému žiareniu za okenným sklom. V práci TOLVAJ, MITSUI (2010) sa uvádza, že najrýchlejšie farebné odchýlky na povrchu buka, agátu, japonského céderu a smreka nastali na začiatku experimentálnych skúšok. S narastajúcou dĺžkou pôsobenia prirodzeného svetla alebo xenónového alebo ortuťového svetla, rýchlosť farebných odchýlok klesala. BAAR, GRYC (2010) dospeli k záveru, že povrch dreva vystaveného xenónovému žiareniu po prvých 10 h stmavol a potom po 24 h začal mať svetlejšiu farbu. Rovnako aj z nameraných hodnôt v práci REINPRECHT *et al.* (2011) vidíme, že najväčšia farebná odchýlka povrchových úprav dreva vystavených prirodzenému svetelnému žiareniu, ako aj poveternostným podmienkam v exteriéri, nastala v časovom intervale od 1. merania až po 3. mesiaci a výrazne menej sa menila farba medzi 3. a 6. mesiacom, ako aj 6. a 9. mesiacom.

Povrchová úprava polyuretánovo-akrylátová vodou riediteľná mala väčšiu farebnú odchýlku na nepravom jadre ako na beli vo všetkých časových meraniach. Povrchové úpravy polyuretánová a voskovo olejová mali väčšie farebné odchýlky na beli ako na nepravom jadre. Výskyt väčších farebných odchýlok na svetlejšom dreve vysvetľujú vo svojej práci BAAR, GRYC (2010) nasledovne, že na svetlejšom dreve sa prejavuje prítomnosť degradovaného lignínu v povrchových vrstvách výraznejšie, ako na tmavšom dreve. Svetlé odtiene sú prekryté výraznejšími farbami extraktívnych látok.

Celulóza a hemicelulóza neabsorbujú viditeľné svetlo a javia sa teda ako biele. Prírodný lignín extrahovaný s minimálnymi chemickými a fyzikálnymi zmenami má farbu bledo žltú (HON a MINEMURA 2001). Pri slnečnom žiarení hlavne UV zložka (vlnovej dĺžky 380 nm) spôsobuje najvýraznejšie farebné odchýlky dreva (TOLVAJ *et al.* 2001). Z hlavných stavebných zložiek dreva, lignín absorbuje 80–95 % UV žiarenia, časť je pohlcovaná polysacharidickou zložkou dreva (5–12 %) a len 2 % pripadajú na extraktívne látky (KUO, HU 1991).

Najlepšiu svetlostálosť po ožarovaní prirodzeným svetlom mala povrchová úprava voskovo olejová, ktorá mala aj najmenší rozdiel po 10. mesiacoch vo farebných odchýlkach medzi ožarovanými a neožarovanými vzorkami. Porovnaním neožarovaných vzoriek, voskovo olejová povrchová úprava mala po 10. mesiacoch najväčšiu farebnú odchýlku zo všetkých troch povrchových úprav.

ZÁVER

Na základe nameraných výsledkov môžeme konštatovať, že najväčšia farebná odchýlka na sledovaných transparentných povrchových úpravách nastala na začiatku prirodzeného starnutia, vplyvom slnečného pôsobenia za okenným sklom v interiéri.

Zo sledovaných povrchových úprav, najlepšiu farebnú stabilitu pri pôsobení slnečného žiarenia v interiéri preukázala povrchová úprava voskovo olejová (Naturah Hartwachs 96050). Avšak pri porovnaní farebných odchýlok, ktoré nastali na transparentných povrchových úpravách pri prírodnom starnutí bez vplyvu slnečného žiarenia, povrchová úprava voskovo olejová vykazovala najväčšie farebné odchýlky v porovnaní s druhými dvoma sledovanými povrchovými úpravami. Z praktického hľadiska môžeme konštatovať, že správanie sa povrchovej úpravy voskovo olejovej je najpriateľnejšie, pretože medzi plochami ožarovanými a neožarovanými je po 10. mesiacoch najmenší farebný rozdiel. Plochy s povrchovou úpravou Naturah Hartwachs vystavené prirodzenému žiareniu a plochy neožarované po 10. mesiacoch vykazovali voľným okom nepostrehnuteľný farebný rozdiel medzi sebou, pričom bol aj zachovaný farebný rozdiel medzi bielou a nepravým jadrom. Povrchové úpravy: polyuretánová (PUR-Strong 26303) a polyuretánovo-akrylátová (Aqua-Step Professional 30153) mali voľným okom viditeľnú inú farbu po ožarovaní ako vzorky neožarované. Rovnako aj nastala výrazná farebná odchýlka na beli a nepravom jadre, na týchto dvoch povrchových úpravách. Výrazný farebný rozdiel medzi bielou a nepravým jadrom, ktorý môže byť dizajnersky využitý, sa po 10. mesiacoch vplyvom prirodzeného svetelného žiarenia na všetkých sledovaných povrchových úpravách znížil, v niektorých prípadoch až zanikol.

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, 19 s. Dostupné na internete: http://timberdry.net/downloads/EDG-SeminarBled/Presentation/EDGSeminar_Bled_2009_Travan.pdf
- BAAR J., GRYC V. 2010. Analýza farvy dreva a jej zmeny vlivem simulovaného slnečného záření u tropických dřev. In 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.
- DECKER C., BIRY S. 1996. Light stabilisation of polymers by radiation-cured acrylic coatings. In Progress in Organic Coatings [online], 1996, 29(1–4): 81–87. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.
- HON D.N.S., MINEMURA N. 2001. Colour and discoloration. In Wood and cellulosic chemistry. New York: Marcel Dekker, 385–442.
- KUO M., HU N. 1991. Ultrastructural changes of photodegradation of wood surfaces exposed to UV. Holzforshung, 45(5): 347–353.
- MASARYKOVÁ M. 2009. Voľba vhodného náterového systému pre textúry koreníc. In Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen, 51(2): 39–48, 2009, ISSN 1336-3824.
- MAMOŇOVÁ M., REINPRECHT, L. 2008. Štruktúra a farba akrylátových náterov po ročnej expozícii v exteriéri a interiéri. In Interaction of wood with various forms of energy. Zvolen : Technical University in Zvolen, 2008. p. 91–97. ISBN 978-80-228-1927-5.
- REINPRECHT L., BACULÁK J., PÁNEK M. 2011. Prírodné a urýchlené stárnutie náterov pre drevené okná. Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen. 2011, 53(1): 21–31. ISSN 1336-3824.
- RUŽIŇSKÁ E. PLANDOROVÁ K., MÓZA M., JABLOŇSKI M. 2009. Hodnotenie vplyvu svetelnej stálosti na povrchové a vzhľadové vlastnosti výrobkov z dreva upravených ekologickými náterovými látkami. In Transfer inovácií [online], 2009, č. 15, s. 73–79. Dostupné na internete: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/15-2009/pdf/073-079.pdf>
- SALLA J., PANDEY K. K., SRINIVAS K. 2012. Improvement of UV resistance of wood surfaces by using ZnO nanoparticles. In Polymer Degradation and Stability [online], 2012, 97(4): 592–596. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.

TESAŘOVÁ D. 2009. Životnosť povrchových úprav materiálov na bázi dreva. In Čalúnnickej dni - Čalúnenie a povrchová úprava, Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2009, 8 s. ISBN 987-80-228-2040-0.

TOLVAJ L., PREKLET E., BARTA E., PAPP, G. 2001. Dependence on light sources of the artificial photodegradation of wood. Workshop within COST action E-18, Dostupné na internete: <http://ilex.efze.hu/PhD/fmk/bartaedit/angol.pdf>.

TOLVAJ L., MITSUI K. 2010. Correlation between hue angle and lightness of light irradiated wood. In *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*). In *Applied Surface Science* [online], 2007, 11(11): 4985–4989. Dostupné na internete: www.sciencedirect.com.

Pod'akovanie

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

Adresa autora

Ing. Gabriela Slabejová, PhD.
Technická univerzita vo Zvolene
Drevárska fakulta
Katedra nábytku a drevárskych výrobkov
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovenská republika
slabejova@tuzvo.sk