

STÁLOBAREVNOST DŘEVA BOROVICE, BUKU A SMRKU UPRAVENÉHO HNĚDÝM NÁTĚREM SUPERWAX PŘI URÝCHLENÉM STÁRNUTÍ V XENOTESTU

COLOUR STABILITY OF PINE, BEECH AND SPRUCE WOOD TREATED WITH BROWN SUPERWAX COATING AT ACCELERATED WEATHERING IN XENOTEST

Sylvie Slunská – Ladislav Reinprecht

ABSTRACT

Durability and aesthetical characteristics of wooden products exposed outdoor are influenced by various factors: – wood species, treatment of wood, severity of exposure, etc. In this study have been investigated effects of accelerated weathering (in Xenotest with alternation of UV-light irradiation and water spray) on colour changes of samples from selected wood species (Scots pine – *Pinus sylvestris* L., beech – *Fagus sylvatica* L., and Norway spruce – *Picea abies* Karst. L.) painted with 1, 2 or 3 layers of brown acrylic coating Superwax. The lowest colour stability, valued in the CIE-L*a*b* colour system, had surfaces of beech wood painted only with 1 layer of Superwax. On the other hand, the highest resistance against discoloration had the spruce wood painted with 3 layers of this coating.

Key words: wood, coating, weathering, Xenotest, colour, CIE-L*a*b*.

ÚVOD

Povrchy dřeva v exteriéru jsou vystaveny slunečnímu záření, vodě, prachu, bakteriím, houbám, či jiným škůdcům a jsou časem poškozeny. Z pohledu světla je dřevo schopno absorbovat několik různých vlnových délek elektromagnetického záření. Dochází přitom k fotochemickým reakcím, které vedou k barevným změnám povrchu dřeva (SANDERMANN & SCHLAMBOM 1962, SHARRATT *et al.* 2009) ve spojení se změnami v chemické stavbě povrchových vrstev dřeva (TEACÀ *et al.* 2013). HON (1976) zjistil, že voda napomáhá průniku elektromagnetického záření do hlubších vrstev dřeva. V exteriéru dochází díky ultrafialovému záření k rozkladu ligninu, ale i hemicelulóz a extraktivních látek, které se následně vlivem deště vyplavují, čímž dochází ke ztrátě původní barvy dřeva (REINPRECHT *et al.* 1989). Opakující se cyklus zatěžování dřeva slunečním zářením, vodou a měnící se teplotou vyvolává ve dřevě zvýšenou tvorbu trhlin, které jsou hlavní příčinou urychleného transferu vlhkosti do jeho hloubky. Tyto podmínky vedou i k možnosti napadení dřeva dřevokaznými houbami, k hromadění nečistot a v neposlední řadě ke ztrátě přírodní barvy dřeva (PEREIRA *et al.* 2006). Dřevo proto potřebuje dostatečnou péči a ochranu nátěrovými látkami.

Dřevěné prvky fasádních systémů v posledních letech čím dál častěji nachází své uplatnění v moderní architektuře a mají zde své nenahraditelné místo. Dokáží dotvořit vzhled krajiny a adaptovat stavbu s přírodou. Fasádní obkladové materiály ze dřeva jsou ale jednou z nejvíce namáhaných částí stavby a ve stavebnictví jim musí být věnována velká pozornost. Vzhledem k stále častější poptávce po ekologicky recyklovatelných systémech je vhodné zákazníkovi nabídnout fasádní systémy ze dřeva. Dřevo však v investorech často vyvolává řadu obav z jeho lehké atmosférické koroze i napadení dřevokaznými houbami a plísněmi. Přírozené stárnutí materiálu včetně dřeva je stále poněkud nedoceňovaným faktorem, což zřejmě odpovídá současnému životnímu stylu a vysoké spotřebě výrobků na jedno použití (ŠEFCŮ *et al.* 2000). Pohodlnost pak často vede k přistoupení k neekologickým a těžko recyklovatelným systémům, jako je aplikace plastů. Díky nátěrovým systémům na bázi akrylátové vodní disperze, jejich správné aplikaci a pravidelné údržbě ochráněného dřeva, lze životnost fasádních systémů prodloužit až o několik let. Pro fasádní systémy se dnes používají nátěry založené na akrylátových a polyuretanových složkách. Pro životnost samotné povrchové úpravy je důležitá i orientace fasády nebo jiného dřevařského výrobku na světové strany, poloha a úhel uložení, podnebí, srážky, rychlost a směr větru, intenzita globálního záření, apod. (ZÁVADA 2010).

Pro praxi mají kromě přírodních expozičních zatížení význam i modelové expoziční testy (UV záření s definovanou vlnovou délkou, agresivní chemikálie, a pod.), v rámci kterých je možno kombinovat simulace různých environmentálních vlivů s testováním biocidní účinnosti nátěrových systémů (REINPRECHT *et al.* 1989). Pro zajištění vhodné povrchové úpravy výrobků ze dřeva je důležité, aby se změny na dřevěných površích dali předikovat ve vzájemném kontextu světelné stálosti i jiných vzhledových vlastností nátěrů a ošetřeného dřeva (metodami urychleného stárnutí), čímž by se doplnily ukazatele kvality povrchové úpravy o oblast související se životností posuzovaných výrobků ze dřeva (RUŽINSKÁ *et al.* 2009).

Hlavním cílem práce bylo v urychleném testu stárnutí v Xenotestu posoudit barevnou stabilitu povrchů dřeva borovice, buku a smrku ošetřených v jedné až třech vrstvách impregnační akrylátovou lazurov hnědého odstínu typu Superwax.

MATERIÁLY A METODY

Dřevní materiál

Výběr druhu dřeva byl zvolen s ohledem na běžně dostupné, resp. primárně používané materiály pro fasádní obklady ve stavební praxi. Z desek borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) a smrku obyčejného (*Picea abies* L. Karst) vysušených na cca 12–14 % vlhkost, byly nařezány tělesa o velikosti 45 mm × 40 mm × 8 mm ($L \times R \times T$). Pro experiment byly vybrány reprezentativní tělesa bez trhlín, puchýřů, suků a pryskyřičných kanálek. Následně byly klimatizovány při teplotě 20 ± 2 °C a relativní vlhkosti vzduchu 65 ± 5 % na rovnovážnou vlhkost 12 ± 2 % podle ISO 554. Před ošetřením nátěry byly tělesa zbaveny prachu a nečistot, přičemž jejich boční hrany byly zbroušeny na poloměr 2,5 mm.

Nátěrová látka

K experimentu se použil jeden typ nátěru Superwax Imp. Ceroso Incolore (fy Akzo Nobel Coatings S.p.a. – Divisione Wood) v hnědém odstínu. Jedná se o impregnační akrylátovou lazuru pro průmyslovou úpravu dřeva na bázi vodní disperze s obsahem vosku pro zajištění finálního vodoodpudivého povrchu. Lazura navíc obsahuje fungicidní komponenty na bázi triazolů zabráňujících napadení dřeva dřevokaznými houbami a plísněmi. Výrobce této

lazury garantuje ochranu dřeva v exteriéru bez aplikace jiných podkladových a vrchních nátěrových látek, tedy v jedné nebo více samostatných vrstvách.

Technologie ošetření dřeva nátěry

Tělesa z dřev borovice, buku a smrku se ošetřily nátěrovou látkou pomocí štětce, což je jeden z technologických postupů předepsaných výrobcem. Kombinace počtu vrstev, tj. 1, 2 anebo 3 nátěrů na dřevo je uvedena v tab. 1. Tělesa se před nátěrem brousily brusným papírem zrnitosti 100. Mezi jednotlivými nátěry se vykonalo jejich mezibroušení brusným papírem zrnitosti 240. Tělesa se vždy po natření určité vrstvy sušila po dobu stanovenou výrobcem, tj. 1,5 hodiny. Nátěry se aplikovaly nejen na vrchní plochu těles, ale i na jejich boční a zadní plochy, aby při stárnutí v Xenotestu nedošlo k urychlenému transportu vlhkosti do dřeva vlivem odhalených ploch. Výsledná tloušťka suchého nátěrového filmu byla závislá od počtu vrstev, tj. v jedné vrstvě činila $35 \pm 5 \mu\text{m}$, ve dvou vrstvách $70 \pm 5 \mu\text{m}$, a ve třech vrstvách $105 \pm 5 \mu\text{m}$.

Tab. 1 Počet nátěrů na tělesech z borovicového (BO), bukového (BK) a smrkového (SM) dřeva.

Tab. 1 Number of coatings on the Scots pine (BO), beech (BK), and Norway spruce (SM) wood samples.

Počet nátěrů – Number of coatings	1			2			3		
Značení vzorků – Marking of samples	BO1	BK1	SM1	BO2	BK2	SM2	BO3	BK3	SM3

Modelové stárnutí ošetřeného dřeva v Xenotestu

Všechny tělesa s aplikovanou impregnační lazurou i tělesa neošetřené (referenční) byly vystaveny urychlenému stárnutí v Xenotestu Q-SUN Xe-1-S (Q-Lab Corporation, USA) podle modifikované ČSN EN 927-6, tj. s několika malými úpravami podle REINPRECHTA & PÁNEKA (2013). Uložení těles do Xenotestu se vykonalo nanesením malé vrstvy silikonu na jejich zadní plochu s následným upevněním na hliníkovou podložku. Silikon tak držel tělesa v nehnuté poloze na podložce přístroje Xenotest po celou dobu urychleného stárnutí. Expozice těles v Xenotestu za působení UV záření a destilované vody probíhala ve dvou 1-týdenních cyklech, přičemž každý týdenní (tj. 168 hodinový) cyklus byl rozdělen do dvou etap A a B:

- Etapa A (24 h) – tělesa bez UV záření ve tmě při teplotě $45 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ a bez postřiku vodou.
- Etapa B (48 x 3 h = 144 h) – tělesa v první podetapě vystaveny nejprve UV záření s dávkou radiace $0,55 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ při teplotě $50 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 2,5 h, a poté jejich postřik destilovanou vodou ve tmě po dobu 0,5 h při teplotě $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Měření barvy

Barva referenčních a ošetřených těles borovice, buku a smrku se hodnotila před a po urychleném stárnutí přístrojem kolorimetr Color reader CR-10 (Konica Minolta, Japan) s normovaným světelným zdrojem D65, a to vždy na rovnacích místech. Na určení barevného odstínu a světlosti se použil CIE- $L^*a^*b^*$ (The Commission International de l'Eclairage) barevný koordinační systém podle ISO 7724. Hodnotily se tři parametry: L^* - světlost od 100 k 0, tj. čím více se hodnoty blíží k 0 tím je povrch tmavší; a^* - odstín mezi červenou (+) a zelenou (-); b^* - odstín mezi žlutou (+) a modrou (-).

Z rozdílu hodnot L^* , a^* , b^* v čase, tj. mezi definovanými dobami stárnutí po expozici (e – end = po 2 týdnech v Xenotestu) a před expozici (i – initial = před stárnutím), se stanovily barevné difference ΔL^* , Δa^* a Δb^* (tj. $\Delta L^* = L^*_e - L^*_i$; $\Delta a^* = a^*_e - a^*_i$; $\Delta b^* = b^*_e - b^*_i$). Následně se vykonal výpočet celkové barevné difference ΔE^* (CIE 1986) podle rovnice (1):

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

Je známo, že barevné změny na povrchu dřeva ošetřeného nátěry jsou malé při $\Delta E^* \leq 2$, zjevné při ΔE^* od 2 do 12, zatímco při $\Delta E^* > 12$ jsou již velmi výrazné.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Tělesa borovice, buku a smrku měly v původním stavu bez nátěrů tyto parametry barvy L^* , a^* , b^* :

- borovice – pinus (BO): $L^* = 71,2$; $a^* = 7,8$; $b^* = 18,4$
- buk – beech (BK): $L^* = 74,1$; $a^* = 8,0$; $b^* = 19,1$
- smrk – spruce (SM): $L^* = 80,6$; $a^* = 5,9$; $b^* = 21,3$

Parametre barvy L^* , a^* , b^* těles z tří druhů dřeva upravených hnědým akrylátovým nátěrem Superwax, který se aplikoval v 1, 2 anebo 3 vrstvách, jsou uvedeny v tabulce 2 – a to jak před stárnutím (T0), tak také po dvou týdnech expozice v Xenotestu (T2).

Tab. 2 CIE- $L^*a^*b^*$ parametry barvy těles borovicového (BO), bukového (BK) a smrkového (SM) dřeva upraveného 1, 2, nebo 3 vrstvami hnědého nátěru Superwax – před stárnutím a po urychleném stárnutí v Xenotestu (T2).

Tab. 2 The CIE- $L^*a^*b^*$ colour parameters of the Scots pine (BO), beech (BK), and Norway spruce (SM) wood samples treated with 1, 2, or 3 layers of the Superwax coating – before ageing (T0) and after accelerated weathering in Xenotest (T2).

T0 Před stárnutím Before ageing	Dřevo s hnědým nátěrem Superwax Wood with the brown Superwax coating								
	Borovice – Scots pine			Buk – Beech			Smrk – Norway spruce		
Druh dřeva - Wood species	BO1	BO2	BO3	BK1	BK2	BK3	SM1	SM2	SM3
Označení - Marking									
L^*	27,6 (1,1)	26,3 (0,7)	26,4 (0,5)	31,3 (1,8)	27,2 (1,2)	26,0 (0,4)	30,9 (0,5)	27,1 (0,7)	26,6 (1,0)
a^*	3,30 (1,0)	0,90 (1,2)	0,75 (0,9)	5,95 (0,8)	4,75 (1,5)	1,00 (0,1)	5,60 (0,6)	2,95 (1,2)	1,20 (0,4)
b^*	2,75 (1,8)	0,95 (0,7)	1,15 (0,3)	6,20 (1,8)	6,10 (0,2)	3,85 (0,7)	7,70 (0,5)	2,45 (0,6)	1,25 (0,9)
T2 Po stárnutí After ageing	Dřevo s hnědým nátěrem Superwax Wood with the brown Superwax coating								
	Borovice – Scots pine			Buk – Beech			Smrk – Norway spruce		
Druh dřeva - Wood species	BO1	BO2	BO3	BK1	BK2	BK3	SM1	SM2	SM3
Označení - Marking									
L^*	27,9 (0,5)	27,4 (0,2)	27,3 (0,3)	28,6 (0,8)	27,0 (0,4)	26,1 (1,0)	27,5 (0,4)	27,9 (0,4)	26,5 (0,6)
a^*	4,95 (0,8)	0,25 (0,7)	-1,05 (0,3)	-5,15 (0,4)	-3,85 (0,4)	-2,50 (1,2)	6,20 (0,3)	1,70 (0,6)	0,70 (0,1)
b^*	6,10 (0,1)	1,75 (0,2)	1,25 (0,4)	2,90 (0,5)	2,30 (0,6)	0,35 (0,1)	8,55 (0,3)	2,00 (1,2)	0,75 (0,4)

- Aritmetické průměrné hodnoty „ \bar{x} “ jsou z 6 měření, tj. u 3 těles v 2 místech ($n = 6$).

- Směrodatné odchylky „SD“ jsou uvedeny v zátvorkách

Barva dřeva upraveného nátěry

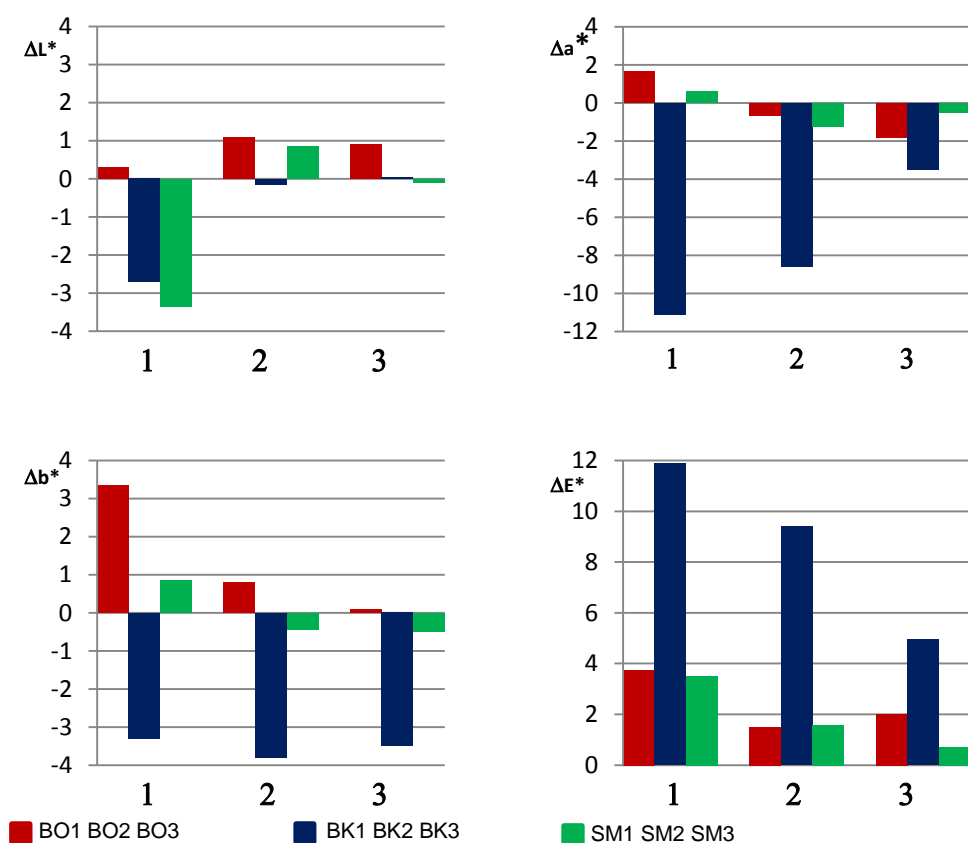
Před samotným stárnutím (tab. 2 – viz T0) nabyly povrchy všech použitých dřevin v důsledku ošetření akrylátovým do hněda pigmentovaným nátěrem Superwax zjevně tmavší odstín, tj. L^* z cca 75 na cca 27. Nejvyšší stupeň ztmavnutí nastal při použití tří vrstev nátěru (L^* od 26,0 po 26,6), a naopak nejmenší při použití jenom jeho jedné vrstvy (L^* od 27,6 po 31,3).

Nátěr Superwax snížil i intenzitu původních červeno-žlutých odstínů všech použitých druhů dřeva. Nejmarkantněji změna nastala opět při aplikaci tří vrstev nátěru. Parametr a^* poklesl (ztráta červenosti) s nárůstem počtu vrstev nátěru u těles všech dřevin, přičemž s první vrstvou nejvíce na borovici ze 7,8 na 3,3, resp. s dalšími vrstvami nejvíce při buku, tj. od 5,95 s jednou vrstvou nátěru až po 1,0 se třemi vrstvami nátěru (tab. 2 – viz T0). Parametr b^* poklesl (ztráta žluté) z hodnot cca 18 až 21 pro neupravené dřevo na 7,7 až 0,95

pro dřevo upravené 1 až 3 vrstvami nátěru (tab. 2 – viz T0). Z uvedených výsledků je patrné, že aplikovaná do hněda pigmentovaná lazura měla v podstatě porovnatelný vliv na výslednou barvu různých druhů dřeva, no také, že nejvíce se změnila barva dřeva s první vrstvou nátěru. Současně je ale zřejmé, že s nárůstem tloušťky pigmentovaného nátěru narůstá i změna barvy upraveného dřeva, jelikož jeho výslednou barvu stále více určuje samotný nátěr a méně dřevo.

Barva dřeva upraveného nátěry po stárnutí v Xenotestu

Po dvou týdnech urychleného stárnutí v Xenotestu se původní barva nátěrem ošetřeného dřeva méně anebo více změnila (tab. 2 – viz T2, obr. 1). Stupeň změny barvy byl předurčen druhem dřeva (borovice = BO, buk = BK, smrk = SM) i tloušťkou akrylátového do hněda pigmentovaného nátěru (1 vrstva = $35 \pm 5 \mu\text{m}$, 2 vrstvy = $70 \pm 5 \mu\text{m}$, 3 vrstvy = $105 \pm 5 \mu\text{m}$).



Obr. 1 Relativní změny barvy ΔL^* , Δa^* , Δb^* a ΔE^* povrchů dřeva borovice (BO), buku (BK) a smrku (SM) upravených 1, 2, anebo 3 vrstvami do hněda pigmentovaného nátěru Superwax při urychleném stárnutí v Xenotestu po dobu 2 týdnů.

Fig. 1 Relative colour changes ΔL^* , Δa^* , Δb^* a ΔE^* of the pine (BO), beech (BK) and spruce (SM) wood surfaces treated with 1, 2 or 3 layers of the brown Superwax coating at accelerated ageing in Xenotest during 2 weeks.

Co se týče změny světlosti ošetřeného dřeva, tak mírné ztmavnutí bylo možno sledovat u smrku i buku s 1 vrstvou nátěru (SM1, BK1), kdy počáteční hodnoty L^* 30,85 resp. 31,3 se po dvou týdnech v Xenotestu snížily na 27,5, resp. 28,8, tj. diferenční hodnota světlosti byla záporná $\Delta L^* = -3,35$, resp. $-2,7$. Zajímavý je však poznatek, že tělesa s 2 anebo 3 vrstvami nátěru v Xenotestu již netmavli, resp. tělesa borovicové (BO2 a BO3) dokonce i mírně zesvětleli s hodnotami $\Delta L^* =$ cca 1.0 (tab. 2, obr. 1). Tyhle výsledky možno zdůvodnit jednak dostatečnou světelní stabilitou dvou anebo tří vrstev použitého nátěru na všech

druzích dřeva, a jednak nižší světelnou stabilitou pouze jedné jeho vrstvy aplikované na světlejší dřevo smrku anebo buku.

Kladné diferenční hodnoty Δa^* označují tendenci posuvu barvy povrchu dřeva v rámci trichromatické souřadnice směrem k načervenalým tónům, zatímco záporné hodnoty znamenají posun k tónům zeleným. Výsledky ukazují, že největší posun a^* byl u buku (BK1) ošetřeného jenom jednou vrstvou do hněda pigmentovaného nátěru, kde počáteční hodnota v nultém čase T_0 byla $a^* = 5,95$ a po 2 týdenním urychleném stárnutí v čase T_2 již záporná $a^* = -5,15$, tj. barva se posunula od červených k zeleným tónům s diferencí $\Delta a^* = -11,1$. Zanedbatelné hodnoty Δa^* v intervalu od $-1,8$ po $1,65$ se stanovily při stárnutí těles borovice a smrku, a to jak s jedním (BO1 a SM1) tak i s více (BO2, BO3, SM2, SM3) nátěry (tab. 2, obr. 1).

Posuny hodnot b^* vlivem expozice v Xenotestu nebyly výrazné. U buku s jedním i třemi nátěry však nastal posun k modrým odstínům s diferencí $\Delta b^* = -3,3$ až $-3,8$. Naopak, u borovice byl posun k žlutým odstínům s diferencí $\Delta b^* = 0,1$ až $3,35$, zatímco u smrku se tato barevná složka v podstatě nezměnila (tab. 2, obr. 1).

Výsledky u buku ohledně záporných hodnot Δa^* a Δb^* možno zdůvodnit hypotézou o vlhkostně-sorpčních efektech vedoucích k vzniku tzv. „opaliscence“ zeleno-modrého odstínu na rozhraní dřevní substance a akrylátového nátěru v Xenotestu v průběhu působení UV-záření a vody. Je dobře známo, že buk má poměrně malou rozměrovou stabilitou při změnách vlhkosti, pouze přibližně poloviční v porovnání s borovicí a smrkem (POŽGAJ *et al.* 1993). Nátěr Superwax je paropropustný čímž umožňuje vniknutí vodních par do buňkových stěn v povrchových vrstvách bukového dřeva. Tyhle buňky mají teda i vyšší schopnost měnit tvar s možnou tvorbou vzduchových bublinek, trhlinek i jiných jevů na fázovém rozhraní „dřevní substance – nátěr“. Tuhle hypotézu bude však nutno ještě ověřit SEM anebo i jinou analýzou.

Největší celková změna barvy byla stanovena pro buk s jedním nátěrem (BK1), kde ΔE^* dosáhlo hodnoty až $11,89$ (obr. 1), tj. na hranici kritické hodnoty 12 pro velmi výrazné změny barvy dřeva. Znamená to, že ochrana výrobků z bukového dřeva proti povětrnosti, ošetřených jedním do hněda pigmentovaným nátěrem Superwax s tloušťkou vrstvy pouhých cca $35 \mu\text{m}$ je nedostatečná a jejich barva by se teoreticky po několika měsících v náročné exteriérové expozici významně změnila. Bukové dřevo vykazovalo vysoké hodnoty $\Delta E^* = 4,95$ také při natření všemi třemi vrstvami impregnační lazury s celkovou tloušťkou nátěru cca $105 \mu\text{m}$. Naopak, nejvíce barevně stabilním se ukázalo dřevo smrku ošetřené třemi vrstvami nátěru (SM3), kde hodnota ΔE^* byla jen $0,71$. Vcelku vysokou barevnou stabilitu měly i povrchy borovice a smrku ošetřené dvěma nátěry (BO2, SM2), když ΔE^* bylo pod hodnotou $2,0$ (obr. 1).

Z experimentálních výsledků urychleného stárnutí se dá obecně konstatovat, že největší změny barvy dřeva upraveného hnědou akrylátovou lazurou Superwax nastaly v případě bukových těles ošetřených pouze jednou vrstvou nátěru. Povrchy borovice a smrku, a to především s více vrstvami nátěru, byly barevně stabilnější. Výše uvedený poznatek možno zdůvodnit: (1) vyšší tvarovou stabilitou borovice a smrku vzhledem k buku, když v hypotéze na rozhraní filmového nátěru a bukové dřevní substance mohli při stárnutí vzniknout tzv. „opaliscenční“ útvary (trhlinky, bublinky, apod.) zeleno-modrého odstínu; (2) lepším protipovětrnostním efektem hrubších nátěrů.

Z praxe i z jiných experimentů je známo, že menší náchylnost k tvorbě mikrotrhlin, barevných změn i celkové erozi při střídání účinku UV záření, kapek vody a změn teplot mají ty povrchy vhodných druhů dřeva, které jsou upraveny vhodnými typy nátěrů dostatečně tloušťky. Vliv efektu hrubky nátěrů na jejich barevnou stabilitu a celkovou kvalitu byl prokázán také v práci MAMOŇOVÉ & REINPRECHTA (2008), když následkem

1 roční expozice v exteriéru pod uhem 90° se například tloušťka nátěru zmenšila již o cca 30 %.

Taktéž je známo, že povrchy dřeva s některými druhy pigmentovaných povrchových úprav mohou nejprve ztmavnout, před tím než zesvětlí vlivem odbourání tmavého pigmentu, což ve své práci popisuje HON (1976). To by vysvětlovalo i námi dokumentovaného ztmavnutí (záporné ΔL^*) těles bukového a smrkového dřeva ošetřených jenom jedním nátěrem Superwax s hnědým pigmentem (BK1, SM1) při jejich poměrně krátkodobém vystavení umělému stárnutí v Xenotestu (obr. 1).

Experiment celkově poukázal na skutečnost, že barevná stabilita hodnocená podle CIE- $L^*a^*b^*$ systému, tj. na základě hodnot ΔL^* , Δa^* , Δb^* a ΔE^* , byla při hnědo pigmentovaném nátěru Superwax nejlepší tehdy, když byl na dřevo aplikován ve třech vrstvách a naopak nejhorší při aplikaci pouze v jedné vrstvě. Je to v souladu s pracemi PEREIRA *et al.* (2006), MAMOŇOVÁ & REINPRECHT 2008) a HUANG *et al.* (2012). V nich byly popsány cykly zatěžování dřeva suchým a mokřým procesem i měnící se teplotou, což vyvolávalo v nátěrech a dřevě zvýšenou tvorbu puchýřů a následně trhlin i prasklin, které jsou hlavní příčinou průniku vlhkosti hlouběji do struktury dřeva s možností jeho tvarových i barevných změn. V kombinaci efektu nedostatečné tloušťky nátěru s efektem změn povrchové struktury dřeva (například jeho broušením ještě před nánosem nátěrové lazury, anebo při samotném stárnutí vplyvem vlhkostní napoučavosti) se dá vysvětlit poznatek o zjevnějších narušeních méně tlustých nátěrů při stárnutí s dopadem na zvýšení transferu vlhkosti, tvorbu mikrotrhlin, anebo i vyplavování pigmentových částic – co byl i případ nejvýraznějších barevných změn u bukových těles ošetřených pouze jedním nátěrem (BK1).

ZÁVĚR

Při hodnocení funkčních a vzhledových vlastností povrchově upraveného dřeva se ve většině případů očekává, že kvalita nátěrů i ošetřeného dřeva se v průběhu času zachová v nezměněné formě, nebo se bude měnit jen minimálně. Z praxe je známo, že výrazný vliv na povrchové charakteristiky dřeva exponovaného ve venkovním prostředí, jako je např. změna barvy, tvorba trhlin, zhoršená přilnavost, apod. má nejen typ nátěru, ale i samotný druh dřeva, jeho kvalita opracování, a také technologie povrchové úpravy včetně výsledné tloušťky nátěru.

Správnou a kvalitní povrchovou úpravou vhodně zvolených druhů dřeva se dá výrazně prodloužit životnost dřevařských výrobků v exteriéru, tj. fasádních systémů, zahradního nábytku, oken, i jiných. Výsledky experimentální práce poukázali na skutečnost, že konkrétní typ nátěru by se měl vhodně aplikovat pro konkrétní druhy dřeva a dřevařské výrobky.

V experimentální práci jsme zjistili, že určitý typ nátěru se může chovat jinak na různých druzích dřeva, a také v případech kdy bude mít odlišnou tloušťku. Při modelovém stárnutí v Xenotestu se jako nejméně vhodnou dřevinou pro zachování barevnosti akrylátovým nátěrem Superwax ošetřených povrchů projevil buk, zatímco jehličnany borovice a smrk byly vhodnějším podkladem. Současně se ukázalo, že dřevo s více vrstvami pigmentovaného akrylátového nátěru lépe odolá barevným změnám. Podobné výsledky možno očekávat i při reálných exteriérových expozicích.

LITERATÚRA

- CIE 1986. Colorimetry. 2nd Edition, CIE Pub. No. 15.2. Commission Internationale de l'Eclairage, Vienna, 74 pp.
- HON, S. H. 1976. Formation of free radicals in photo-irradiated cellulose and related compounds. *Journal of Polymer Science, Polymer Chemistry*, 13(10): 2513–2525. (DOI: 10.1002/pol.1976.170141016)
- HUANG, X., KOCAEFE, D., KOCAEFE, Y., BOLUK, Y., PICHETTE, A. 2012. Study of the degradation behaviour of heat-treated jack pine (*Pinus banksiana*) under artificial sunlight irradiation. *Polymer Degradation and Stability*, 97(7): 1197–1214.
- MAMOŇOVÁ, M., REINPRECHT, L. 2008. Structure and color of acrylate coating after inner and outer yearlong exposition. In: *Interaction of Wood with Various Forms of Energy*, Technical University in Zvolen, pp. 91–97.
- NORMY: ISO 554, ISO 7724.
- PEREIRA, J. E., CUSÓDIO, J., EUSEBIO, M. I. 2006. Waterborne acrylic varnishes durability on wood surfaces for exterior exposure. *Progress in Organic Coatings*, 56: 59–67.
- POŽGAJ, A., CHOVANEC, D., KURJATKO, S., BABIAK, M. 1993. Štruktúra a vlastnosti dreva. *Príroda Bratislava*, 468 p.
- REINPRECHT, L., HORSKÝ, D., RIČINOVÁ, K. 1989. Influence of exposure load on properties of coating systems with content of fungicides. In: *Proceedings of scientific papers of the Faculty of Wood Sciences and Technology in Zvolen*, Technical University in Zvolen, pp. 139–153.
- REINPRECHT, L., PÁNEK, M. 2013. Effect of pigments in paints on the natural and accelerated ageing of spruce wood surfaces. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 55(1): 71–84.
- RUŽINSKÁ, E., PLANDOROVÁ, K., MÓZA, M., JABLONSKI, M. 2009. Impact assessment of light fastness properties of the surface and appearance of wood products treated with organic coatings. In *Transfer of innovation 15/2009*, Technical University in Zvolen, pp. 73–79.
- SANDERMANN, W., SCHLAMBOM F. 1962. On the effect of filtered ultraviolet light on wood - Part I. and Part II. *Holz Roh- Werkstoff*, 20: 245–285.
- 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*, 94(9): 1589–1594.
- ŠEFCŮ, O., VINAŘ, J., AND PACÁKOVÁ, M. 2000. Metodologie pro ochranu dřeva. (Methodology for wood protection). Prague, Czech Republic, 2000 ISBN 80–86234–14–2.
- TEACĂ, C. A., ROSU, D., BODÍRLĂU, R., ROSU, L. 2013. Structural changes in wood under artificial UV light irradiation by FTIR spectroscopy and color measurements - a brief review. *BioResources*, 8(1): 1478–1507.
- ZÁVADA, V. 2010. The light stability of transparent coating materials is influenced by the location of exposition. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun.*, LVIII(4): 239–258.

Poděkování

Tato původní vědecká práce byla realizována za finanční podpory: (1) Ministerstva školství České republiky pro vědecký výzkum studentské doktorandské grantové soutěže VŠB-TU Ostrava – identifikační číslo projektu SP2014/94 „Experimentální analýza dřeva s impregnační lazurou a zjišťování degradace dřeva umístěním do urychlovače stárnutí“, řešeného také v rámci projektu Erasmus na DF TU Zvolen; (2) Grantů Slovenské republiky – VEGA č. 1/0574/12 a Agentury na podporu výzkumu a vývoje na základě Smlouvy č. APVV-0200-12.

Adresa autorů

Ing. Sylvie Slunská
VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Ludvíka poděště 1875/17
708 33 Ostrava-Poruba
Česká republika
sylvie.slunska@seznam.cz

Prof. Ing. Ladislav Reinprecht, CSc.
Technická univerzita vo Zvolene
Drevárska fakulta
Katedra mechanickej technológie dreva
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovenská republika
reinprecht@tuzvo.sk

