

## VPLYV PIGMENTOV V NÁTEROCH NA PRIRODZENÉ A URÝCHLENÉ STARNUTIE POVRCHOV SMREKOVÉHO DREVA

### EFFECT OF PIGMENTS IN PAINTS ON THE NATURAL AND ACCELERATED AGEING OF SPRUCE WOOD SURFACES

Ladislav Reinprecht – Miloš Pánek

#### ABSTRACT

Ageing of wood surfaces is influenced by more factors, including climatic conditions and used paints – their type, thickness and colour tone. In this study a weathering stability of the “Sokrates” paints (alkyd basic and acryl lazur) was analysed to assess effectivity of six pigments: - hemlock, pine, gourd, walnut, black-cherry and palisander. Samples from the Norway spruce eurobeams treated with the basic alkyd impregnant and thick acryl surface stain have been exposed to the natural ageing by the EN 927-3 during 3, 6, 9, 12 and 24 months at inclination angles of 90° or 45°, and to the artificial accelerated ageing in the Xenotest Q-SUN Xe-1-S by the EN 927-6 during 4, 8 and 12 weeks, respectively. Surfaces of aged samples were analysed from two aspects:- 1/colour changes in the CIE-L\*a\*b\* system using “Color reader CR-10”; 2/ complex quality determined by creation of cracks, blue staining, changes of hardness, changes of adhesion to wood. With ageing the colour of samples treated with lighter pigmented paints (hemlock, pine, gourd) changed quicker in comparison with darker ones (walnut, black-cherry, palisander). The colour changes were partly influenced also by a combination of the basic and top-lazur coating types (e.g. the system „basic hemlock and top palisander“ was more stable comparing to the system „basic palisander and top hemlock“). Generally, by EN 927-3 the most obvious colour changes of samples were near at the water traps. The best complex quality was determined for the paints with a medium dark shade – black-cherry and walnut. Tendency of results from the Xenotest match results from the natural ageing, e.g. for lighter pigmented paints the 12 months natural ageing under 90° or 3 months natural ageing under 45° could be modelled with 12 weeks artificial ageing in the Xenotest.

**Keywords:** Paints, pigments, ageing, colour, CIE-L\*a\*b\* system, cracks, blue staining.

#### ÚVOD

Referenčná životnosť okien zo smrekového dreva je 25 rokov (STN ISO 15686-1). Pri správnej technológii výroby, použití kvalitných náterov a pravidelnej údržbe v reálnych podmienkach expozície je možnosť, aby sa ich životnosť zvýšila aj na viacej desiatok rokov. Pre eurookná zo smrekového dreva sa dnes používajú rôzne typy syntetických

filmotvorných náterov, najmä akrylátové, alkydové, alkyd-akrylátové a akryláto-polyuretánové.

Základné požiadavky kladené na nátery pre povrchovú úpravu eurookien a iných drevárskych výrobkov určených do exteriéru sú všeobecne známe. Efektívnosť náterov s protipoveternostným účinkom závisí najmä od ich schopnosti blokovat' prienik UV zložky slnečného žiarenia k lignínu i iným komponentom dreva a tým zabrzdiť procesy fotodegradácie povrchových vrstiev dreva (EVANS *et al.* 2002). V princípe sú dve možnosti blokácie UV žiarenia k zložkám dreva:- 1/ ošetrovanie dreva anorganickými látkami typu šesťmocného chrómu ( $\text{CrO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , apod.) alebo jeho kompozícií (meď-chróm-arzén „CCA“) s následnou redukciou na látky trojmocného chrómu, ktoré sú vode odolné a súčasne stabilizujú drevo voči UV žiareniu (WILLIAMS & FEIST 1988, REINPRECHT & LIPTÁKOVÁ 1997, TEMIZ *et al.* 2005, BAYSAL 2012); 2/ ošetrovanie dreva akrylátovými, alkydovými i inými lazúrami s podielom pigmentov a/alebo organických adsorbentov UV žiarenia „AUV“ (hydroxyfenyl-s-triazíny, a iné typy), ktoré zabraňujú alebo spomaľujú prienik UV žiarenia do povrchových vrstiev dreva (SCHALLER & ROGEZ 2007, EVANS & CHOWDHURY 2010, OZGENC *et al.* 2012).

Hlavným cieľom práce bolo posúdiť vplyv vybraných svetlejších a tmavších pigmentov (hemlock, pínia, tykev, višňa, orech, palisander) v náteroch pre eurookná z hľadiska farebných a iných kvalitatívnych zmien povrchov smrekového dreva pri umelom a prirodzenom starnutí v exteriéri. Súbežne sa skúmal priebeh urýchleného umelého starnutia v Xenoteste v porovnaní s prirodzeným starnutím v exteriéri pod uhlami sklonu  $90^\circ$  (expozícia okien na fasádach) a  $45^\circ$  (expozícia strešných okien).

## MATERIÁL A METODIKA

### Telesá smreka

Z trojvrstvových eurohranolov zo smrekového dreva (*Picea abies* Karst. L.) prierezu  $82 \times 115$  mm (hrúbka troch lamiel  $\times$  šírka) určených pre výrobu okien sa z ich vrchných lamiel bez cinkového spoja vyhotovili dosky bez chýb, t.j. bez hčč, živичných kanálikov, biologických poškodení alebo iných defektov. Z dosiek sa následne pripravili telesá pre test prirodzeného starnutia v exteriéri podľa STN EN 927-3 s rozmermi: hrúbka v tangenciálnom smere  $20 \pm 2$  mm (T), šírka v radiálnom smere  $78 \pm 2$  mm (R) a dĺžka v pozdĺžnom smere  $375 \pm 2$  mm (L) (obr. 1a). Telesá pre test urýchleného starnutia v Xenoteste podľa modifikovanej STN EN 927-6 mali rozmery:  $8 \times 40 \times 45$  mm (T  $\times$  R  $\times$  L) (obr. 1b). Povrchy telies sa vybrúsili brúsnyimi papiermi zrnitosti 80 a 120, zbavili prachu i nečistôt a klimatizovali pri teplote  $20 \pm 2$  °C a relatívnej vlhkosti vzduchu  $65 \pm 5$  % na rovnovážnu vlhkosť  $12 \pm 2$  % v zhode s STN ISO 554.

### Povrchová úprava telies smreka nátermi

Povrchy telies smreka s vlhkosťou  $12 \pm 2$  % sa ošetrili nátermi typu „Sokrates“. Ich výrobcom je firma Building Plast spol. s r.o., Chlumec nad Cidlinou, Česká republika. K experimentom sa použili nátery so svetlejšími i tmavšími pigmentmi: - hemlock, pínia, tykev (tekvica), orech, višňa, palisander. Chemická skladba náterov je uvedená v tab. 1. Alkydový základný náter sa aplikoval najskôr technológiou máčania a potom štetcom, zatiaľ čo akrylátová vrchná lazúra sa aplikovala vzduchovým striekaním v dvoch vrstvách (tab. 1). Telesá s nátermi sa pred aplikáciou ďalšej vrstvy náteru priebežne sušili (tab. 1). Nátery sa naniesli nielen na prednú plochu telies, ale na ich všetky plochy, s cieľom zabrániť nežiaducim transportom vlhkosti i iných javov zo zadnej a bočných plôch telies pri skúškach starnutia.

Telesá ošetrené nátermi i kontrolné telesá bez náterov sa klimatizovali 72 hodín v bezprašnom prostredí a ich čelá sa potom ošetrili silikónovým tmelom.

**Tab. 1 Náterový systém „Sokrates“ a technologické parametre jeho aplikácie.**

**Tab. 1 Painting system „Sokrates“ and technological parameters of its application.**

Náter Paint	Typ náteru / Type of paint		Aplikácia / Application	
	Náterový systém Painting system	Biocidne aditíva Biocides	Hrúbka mokrého náteru Thickness of wet paint	Čas sušenia Drying time
Sokrates	1) Alkyd (13 %)	IPBC (0,6 %) Permetrin (0,06 %)	2 × 100 µm	12 h; 24 h
	2) Akryl (39 %)		2 × 125 µm	12 h

Typ náteru: 1) základný náter (basic paint); 2) vrchná lazúra (top lazure).

V technických listoch sú fyzikálno-chemické vlastnosti (<http://www.barvy-sokrates.cz>)

### Starnutie povrchovo upravených telies smreka

Telesá smreka ošetrené nátermi „Sokrates“ i kontrolné bez náterov sa podrobili jednak prirodzenému starnutiu v exteriéri podľa STN EN 927-3, a jednak urýchlenému starnutiu v Xenoteste podľa modifikovanej STN EN 927-6 (REINPRECHT *et al.* 2011).

Prirodzené starnutie telies sa vykonalo v špeciálnych stojanoch na terase TU Zvolen vo výške 300 m n.m., v období od 15.7.2010 do 15.7.2012, pri južnej orientácii, pod uhlami 90° a 45°, pri hodnotení povrchov po 3, 6, 9, 12 a 24 mesiacoch (obr. 1a). V strede každého telesa pre exteriérové starnutie sa pred zahájením testu vytvoril lapač vody, t.j. vyfrézovala sa v ňom diera o priemere 25 mm do hĺbky 5 ± 1 mm (obr. 1a).

Urýchlené starnutie telies sa vykonalo v Xenoteste Q-SUN Xe-1-S (Q-Lab Corporation, USA) so xenónovou výbojkou výkonu 1800 W a s rozprašovačom destilovanej vody. Výbojka v Xenoteste je obklopená svetelným a tepelným filtrom na simuláciu denného svetla a senzorom UVA-340. Starnutie telies v Xenoteste prebiehalo v týždňových cykloch, celkove po dobu 4, 8 a 12 týždňov (obr. 1b). Týždňový, t.j. 168 hodinový cyklus pozostával z jednej A-etapy v trvaní 24 hodín a zo 48 B-etáp v trvaní 3 hodín (48x3 = 144 h):

- A-etapa → telesá bez UV žiarenia v tme pri teplote 45 ± 3 °C a bez postreku vodou,
- B-etapa → telesá vystavené najskôr UV žiareniu s radiáciou 0,55 kW.m<sup>-2</sup> pri teplote 50 °C po dobu 2,5 h a potom ich postrek destilovanou vodou v tme 0,5 h pri 20 °C.

### Meranie farby

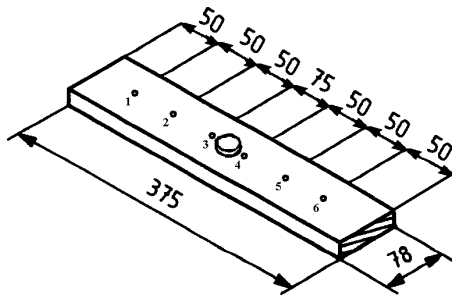
Farba telies smreka upravených nátermi „Sokrates“ sa hodnotila kolorimetrom Color reader CR-10 (Konica Minolta, Japan), s normalizovaným svetelným zdrojom D65 a priemerom vstupnej snímačej apertúry 8 mm. Farba telies vystavených prirodzenému starnutiu sa hodnotila na 6-tych miestach telesa (obr. 1a), vždy po 0, 3, 6, 9, 12 a 24 mesiaci. Osobitne sa hodnotili farebné zmeny pri lapači vody v zberných miestach č. 3 a 4 (W) a ďalej od lapača vody v zberných miestach č. 1, 2, 5 a 6 (O). Farba telies exponovaných v Xenoteste (obr. 1b) sa hodnotila vždy po 0, 4, 8 a 12 týždni.

Na určenie farebného odtieňa a svetlosti sa použil CIE-L\*a\*b\* farebný koordinačný systém podľa STN ISO 7724: L\* – svetlosť od 100 pre bielu po 0 pre čiernu, a\* – chromatická súradnica s odtieňom medzi zelenou a červenou, b\* – chromatická súradnica s odtieňom medzi modrou a žltou. Z farebných diferencií ΔL\*, Δa\*, Δb\* (zistených ako rozdiel hodnôt L\*, a\*, b\* po a pred začiatkom starnutia telesa) sa následne vypočítala Euklidovská vzdialenosť, t.j. celková farebná diferencia ΔE\* (CIE 1986):

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

Malé zmeny vo farbe telies nastávajú pri  $\Delta E^* \leq 2$ , zjavnejšie až výrazné zmeny pri  $\Delta E^*$  od 2 do 12 a veľmi výrazne zmeny pri  $\Delta E^* > 12$  (REINPRECHT *et al.* 2011).

1a)



Mesiace  
pri 45°

Hemlock

Višňa (Black-cherry)

0



12



24



1b)

Týždne

0



12



Obr. 1 Telesá smreka s nátermi “Sokrates” starnuté prirodzene (a) a v Xenoteste (b).  
Fig. 1 Spruce samples with “Sokrates” paints aged naturally (a) and in Xenotest (b).

## Merania vonkajšieho vzhľadu, tvrdosti a adhézie

Zmeny vonkajšieho vzhľadu telies smreka, tvrdosti náterov a ich adhézie sa sledovali iba po prirodzenom starnutí v trvaní 12 mesiacov. Vonkajší vzhľad sa zisťoval vizuálne použijúc lupu s 10-násobným zväčšením na základe trhliniek v náteroch, odlupovania náterov a modrania dreveného podkladu. Tieto defekty sa hodnotili iba v najbližšom okolí lapača vody v smere k zberných miestam č. 3 a 4 (obr. 1a). Frekvencia defektov (m: 1–5) a ich veľkosť (g: 1–5) sa kvantifikovali podľa STN 91 0272.

Tvrdosť náterov sa stanovila zistením vrypu od ceruzky s najnižším číslom od 1 po 13, t.j. s najnižšou tvrdosťou ceruzky v sade 3B až 9H, podľa STN 67 3075.

Adhézia náterov k drevenému podkladu sa stanovila mriežkovou metódou podľa STN ISO 2409, pomocou 0. až 5. stupňa (0. stupeň = bez odlúpenia; 3. stupeň = odlúpenie z 15–35 % plochy; 5. stupeň = odlúpenie z plochy väčšej ako 65 %).

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

### Zmeny farby telies vplyvom starnutí

Vstupné parametre svetlosti a farebného odtieňa  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  telies smreka upravených nátermi „Sokrates“ sú v tabuľke 2. Nátery sa tu uvádzajú v poradí od najsvetlejšieho (hemlock) po najtmavší (palisander), resp. uvedené sú aj kombinácie týchto dvoch náterov.

Tab. 2 Farba povrchov smrekového dreva s nátermi „Sokrates“ pred starnutím.

Tab. 2 Colour of spruce surfaces with „Sokrates“ paints before weathering.

	Bez náteru	Hemlock	Pínia	Tykev	Orech	Višňa	Palisander	Hemlock Palisander	Palisander Hemlock
$L^*$	81,3 (1,2)	68,5 (0,7)	57,0 (0,3)	44,3 (0,3)	37,8 (0,4)	29,5 (0,2)	26,3 (0,4)	27,9 (0,4)	39,7 (1,2)
$a^*$	5,4 (0,4)	18,1 (0,6)	26,4 (0,2)	36,2 (0,2)	15,6 (0,4)	11,1 (0,3)	1,7 (0,2)	4,8 (0,3)	10,0 (1,5)
$b^*$	20,9 (0,4)	49,6 (0,2)	46,7 (0,4)	29,9 (0,5)	17,3 (0,6)	5,3 (0,1)	1,8 (0,1)	3,7 (0,3)	16,3 (1,2)

Aritmetické priemerné hodnoty  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  pred starnutím (t.j. v 0 mesiaci) sú zo 16 meraní. Údaje v zátvorkách sú smerodajné odchýlky.

Zmeny svetlosti a farby náterov po prirodzenom starnutí v trvaní 1 až 24 mesiacov pod uhlami  $90^\circ$  a  $45^\circ$  (hodnotené: a/ mimo lapačov vody v zberných miestach č. 1, 2, 5 a 6; b/ pri lapačoch vody v zberných miestach č. 3 a 4 – viď obr. 1a), a tiež po modelovom starnutí v Xenoteste v trvaní 4 až 12 týždňov (obr. 1b), sa vyhodnotili na základe parametrov  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  a  $\Delta E^*$  (tab. 3, 4 a 5).

Hodnoty celkovej farebnej diferencie  $\Delta E^*$  na konci testov urýchleného a prirodzeného starnutia sú uvedené aj v grafickej forme (obr. 2). Zmeny parametra  $\Delta E^*$  vzhľadom k času starnutia  $\tau$  sa pri prirodzenom starnutí vyhodnotili aj formou najjednoduchších, t.j. lineárnych korelačných závislostí „ $\Delta E^* = a \cdot \tau$ “, s cieľom poukázať na vyššie hodnoty smernice „a“ – rýchlejšie procesy farebných zmien pri svetlejších náteroch a tiež pri náteroch narušených v blízkosti lapača vody (tab. 6).

Z výsledkov zmien svetlosti  $\Delta L^*$  telies smreka upravených nátermi s pomerne svetlejšími pigmentmi (hemlock, pínia, tykev, orech) je zrejmé, že ich povrchy počas starnutia tmavli, t.j. hodnoty  $\Delta L^*$  boli záporné. Pri použití náterov s tmavými pigmentmi

(višňa, palisander) sa ich svetlosť v podstate nemenila alebo pri prirodzenom starnutí aj mierne zosvetlili. Tmavnutie telies upravených svetlejšími nátermi (hemlock až orech) je zrejme dôsledkom slabšieho UV stabilizačného účinku svetlejších pigmentov, najmä typu hemlock. Naopak, tmavé pigmenty (višňa a palisander) sa zrejme v exteriéri prekryli svetlejšími nečistotami, no nemožno vylúčiť ani narušenie štruktúry a úbytok týchto pigmentov.

**Tab. 3 Zmeny farby smreka s nátermi „Sokrates“ po umelom starnutí v Xenoteste.**

**Tab. 3 Colour changes of spruce treated with „Sokrates“ paints after artificial weathering in Xenotest.**

Náter Paint	Týždeň Week	Umelé urýchlené starnutie v Xenoteste			
		$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
Bez náteru	4	-13,6 (2,3)	5,0 (0,7)	3,7 (1,0)	14,9 (2,6)
	8	-11,6 (3,1)	3,3 (1,3)	-3,1 (1,0)	12,4 (2,6)
	12	-11,0 (3,8)	1,2 (1,2)	-7,1 (1,1)	13,2 (2,6)
Hemlock	4	-3,5 (0,4)	-0,1 (0,3)	-1,3 (0,3)	3,8 (0,4)
	8	-5,8 (1,0)	0,3 (0,9)	-2,0 (0,2)	6,2 (1,1)
	12	-7,6 (3,3)	-0,2 (1,3)	-2,1 (2,1)	8,2 (3,9)
Pínia	4	-1,6 (0,5)	-1,5 (0,1)	-3,0 (0,5)	3,7 (0,6)
	8	-2,6 (0,4)	-2,0 (0,2)	-4,5 (0,5)	5,5 (0,6)
	12	-3,4 (0,5)	-2,9 (0,2)	-4,3 (0,9)	6,2 (1,0)
Tykev	4	-1,3 (0,4)	-1,8 (0,1)	-2,5 (0,4)	3,3 (0,4)
	8	-2,2 (0,4)	-2,5 (0,4)	-3,7 (0,4)	5,0 (0,3)
	12	-2,8 (0,3)	-3,5 (0,4)	-3,3 (0,3)	5,5 (0,4)
Orech	4	-0,5 (0,1)	-0,9 (0,2)	-1,7 (0,2)	2,0 (0,3)
	8	-0,9 (0,1)	-1,2 (0,1)	-2,3 (0,3)	2,8 (0,3)
	12	-1,4 (0,3)	-1,9 (0,2)	-1,6 (0,1)	2,9 (0,2)
Višňa	4	0,1 (0,1)	-1,3 (0,2)	-0,5 (0,1)	1,4 (0,3)
	8	0,0 (0,2)	-1,7 (0,6)	-0,7 (0,2)	1,8 (0,6)
	12	-0,2 (0,3)	-2,2 (0,5)	-0,3 (0,3)	2,3 (0,5)
Palisander	4	-0,1 (0,1)	-0,4 (0,1)	-0,6 (0,2)	0,7 (0,2)
	8	-0,1 (0,2)	-0,6 (0,2)	-0,9 (0,2)	1,1 (0,3)
	12	-0,8 (0,2)	-1,0 (0,2)	-0,5 (0,4)	1,3 (0,2)
Hemlock & Palisander	4	-0,6 (0,2)	-0,4 (0,3)	-1,3 (0,2)	1,5 (0,3)
	8	-1,0 (0,2)	-0,8 (0,3)	-2,0 (0,1)	2,4 (0,2)
	12	-1,6 (0,3)	-1,1 (0,2)	-1,7 (0,3)	2,6 (0,5)
Palisander & Hemlock	4	-1,1 (0,1)	0,0 (0,1)	-0,3 (0,3)	1,2 (0,2)
	8	-1,7 (0,2)	0,2 (0,2)	-0,6 (0,4)	1,8 (0,3)
	12	-2,4 (0,3)	-0,2 (0,3)	-0,3 (0,4)	2,4 (0,4)

Aritmetické priemerné hodnoty  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  a  $\Delta E^*$  sú zo 4 meraní.  
Údaje v zátvorkách sú smerodajné odchýlky.

**Tab. 4 Zmeny farby smreka s nátermi „Sokrates“ po prirodzenom starnutí pod uhlom 90°.**  
**Tab. 4 Colour changes of spruce treated with „Sokrates“ paints after natural weathering at 90°.**

Náter Paint	Mesiac Month	O – Mimo lapača vody (90°) Out of water catcher (90°)				W – Pri lapači vody (90°) Water catcher (90°)			
		$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
Bez náteru	3	-11,9 (1,2)	7,1 (0,5)	4,3 (0,3)	14,5 (1,1)				
	6	-13,5 (2,6)	6,9 (1,0)	2,3 (3,0)	15,4 (3,2)				
	9	-14,7 (1,9)	4,6 (0,5)	-1,5 (2,2)	15,5 (2,0)				
	12	-16,7 (6,2)	3,3 (3,0)	-3,5 (5,0)	18,1 (6,1)				
	24	-23,9 (6,3)	1,6 (1,4)	-6,2 (2,6)	25,1 (5,6)				
Hemlock	3	-3,6 (0,2)	1,4 (0,2)	-3,5 (0,2)	5,2 (0,1)	-4,3	1,6	-4,2	6,2
	6	-4,0 (0,2)	1,7 (0,1)	-3,7 (0,2)	5,6 (0,2)	-4,8	1,8	-4,5	6,8
	9	-4,2 (0,1)	0,8 (0,2)	-3,8 (0,3)	5,7 (0,1)	-4,8	0,7	-4,2	6,4
	12	-6,0 (0,4)	0,8 (0,5)	-5,4 (0,4)	8,1 (0,2)	-5,0	-2,6	-5,5	8,3
	24	-6,4 (0,3)	0,2 (0,2)	-6,0 (0,2)	8,7 (0,1)	-7,3	-1,3	-7,8	11,6
Pínia	3	-1,8 (0,1)	-0,9 (0,1)	-3,3 (0,3)	3,8 (0,2)	-1,9	-1,1	-3,2	3,9
	6	-2,0 (0,1)	-0,9 (0,2)	-3,8 (0,2)	4,4 (0,2)	-2,2	-1,2	-4,2	4,9
	9	-2,5 (0,1)	-1,7 (0,2)	-4,4 (0,4)	5,3 (0,3)	-2,5	-2,1	-4,8	5,8
	12	-3,4 (0,2)	-1,9 (0,2)	-6,6 (0,1)	7,7 (0,1)	-3,4	-2,3	-6,7	7,8
	24	-4,1 (0,2)	-2,4 (0,2)	-8,0 (0,3)	9,3 (0,3)	-4,6	-2,8	-8,7	10,2
Tykev	3	-0,2 (0,1)	-0,7 (0,2)	-1,3 (0,3)	1,5 (0,3)	-0,3	-0,8	-1,2	1,5
	6	-0,2 (0,2)	-1,0 (0,2)	-1,4 (0,5)	1,7 (0,5)	-0,3	-1,2	-1,5	1,9
	9	-0,3 (0,1)	-2,0 (0,2)	-2,0 (0,4)	2,8 (0,4)	-0,3	-2,2	-2,1	3,0
	12	-1,0 (0,1)	-2,7 (0,2)	-3,5 (0,5)	4,5 (0,5)	-1,1	-3,2	-3,8	5,1
	24	-1,5 (0,2)	-3,8 (0,2)	-4,5 (0,4)	6,1 (0,4)	-1,7	-4,4	-5,0	6,8
Orech	3	-0,2 (0,1)	0,2 (0,2)	-0,4 (0,1)	0,4 (0,1)	-0,1	0,0	-0,6	0,6
	6	-0,2 (0,1)	0,1 (0,1)	-0,7 (0,1)	0,7 (0,1)	-0,1	-0,1	-0,9	0,9
	9	-0,2 (0,2)	-0,6 (0,2)	-0,7 (0,1)	0,9 (0,2)	-0,1	-0,8	-1,0	1,2
	12	-0,2 (0,2)	-0,4 (0,1)	-1,1 (0,2)	1,2 (0,2)	0,1	0,1	-0,8	0,8
	24	-0,3 (0,2)	-0,8 (0,1)	-1,4 (0,2)	1,6 (0,3)	-0,1	-0,6	-1,5	1,6
Višňa	3	0,0 (0,1)	0,3 (0,1)	-0,3 (0,1)	0,4 (0,0)	0,2	0,1	-0,4	0,4
	6	0,1 (0,2)	0,3 (0,1)	-0,4 (0,1)	0,5 (0,1)	0,3	0,0	-0,6	0,7
	9	0,2 (0,2)	-0,4 (0,1)	-0,3 (0,1)	0,5 (0,2)	0,4	-0,8	-0,5	1,0
	12	0,3 (0,2)	-0,7 (0,4)	-0,7 (0,2)	1,0 (0,4)	0,4	-0,9	-0,9	1,3
	24	0,3 (0,2)	-1,2 (0,2)	-0,7 (0,1)	1,4 (0,3)	0,6	-1,2	-0,9	1,6
Palisander	3	1,1 (0,5)	0,3 (0,1)	-0,4 (0,1)	1,2 (0,5)	1,5	0,2	-0,6	1,6
	6	1,1 (0,5)	0,4 (0,1)	-0,5 (0,1)	1,3 (0,4)	1,4	0,3	-0,6	1,5
	9	1,2 (0,5)	-0,2 (0,1)	-0,4 (0,1)	1,3 (0,5)	1,5	-0,3	-0,4	1,5
	12	1,3 (0,5)	-0,1 (0,1)	-0,5 (0,1)	1,4 (0,5)	1,7	-0,1	-0,4	1,8
	24	1,5 (0,5)	-0,3 (0,1)	-0,4 (0,1)	1,6 (0,5)	1,9	-0,4	-0,4	1,9
Hemlock & Palisander	3	0,5 (0,5)	0,1 (0,1)	-0,4 (0,1)	0,7 (0,4)	0,5	-0,1	-0,5	0,7
	6	0,5 (0,5)	0,2 (0,1)	-0,5 (0,1)	0,8 (0,5)	0,5	0,1	-0,6	0,8
	9	0,6 (0,5)	-0,5 (0,1)	-0,5 (0,1)	0,9 (0,4)	0,6	-0,6	-0,6	1,0
	12	0,8 (0,6)	-0,5 (0,1)	-0,8 (0,2)	1,2 (0,4)	2,6	2,6	1,3	3,9
	24	0,9 (0,4)	-0,9 (0,1)	-0,8 (0,1)	1,5 (0,3)	2,7	2,1	1,0	3,5
Palisander & Hemlock	3	-0,6 (0,3)	0,5 (0,1)	-1,2 (0,2)	1,4 (0,3)	-0,2	0,3	-1,0	1,1
	6	-0,7 (0,3)	0,7 (0,1)	-1,4 (0,3)	1,7 (0,4)	-0,4	0,4	-1,1	1,2
	9	-0,6 (0,3)	0,0 (0,1)	-1,5 (0,3)	1,6 (0,4)	-0,3	-0,3	-1,2	1,2
	12	-1,0 (0,2)	-0,5 (0,3)	-2,1 (0,5)	2,4 (0,6)	-0,8	-1,1	-2,1	2,5
	24	-1,2 (0,6)	-0,7 (0,4)	-2,5 (0,9)	2,9 (1,1)	-1,1	-1,4	-2,7	3,2

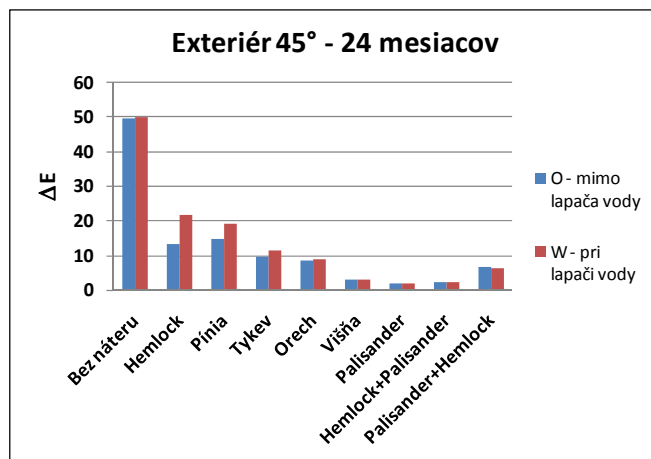
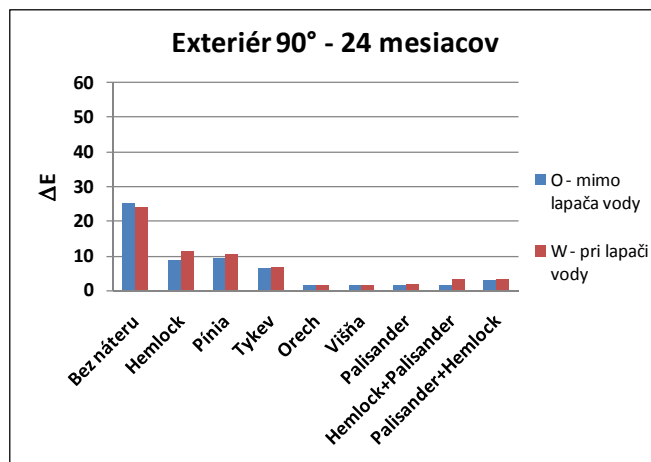
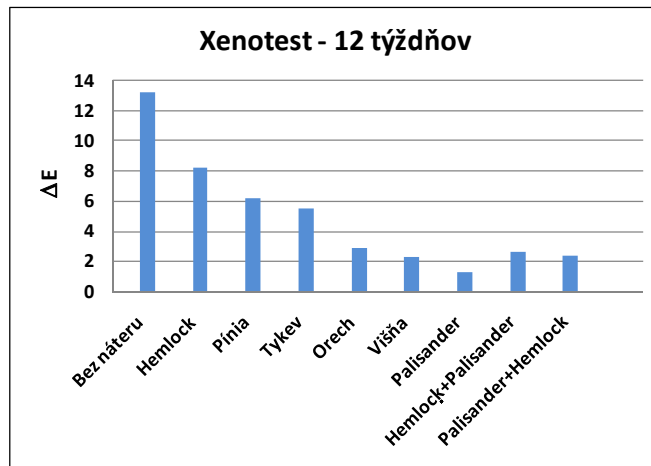
Aritmetické priemerné hodnoty  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  a  $\Delta E^*$  sú pri O zo 4 meraní a pri W z 2 meraní.

**Tab. 5 Zmeny farby smreka s nátermi „Sokrates“ po prirodzenom starnutí pod uhlom 45°.**  
**Tab. 5 Colour changes of spruce treated with „Sokrates“ paints after natural weathering at 45°.**

Náter Paint	Mesiac Month	O – Mimo lapača vody (45°) Out of water catcher (45°)				W – Pri lapači vody (45°) Water catcher (45°)			
		$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
Bez náteru	3	-25,7 (3,1)	0,5 (0,7)	-9,9 (1,2)	27,5 (3,1)				
	6	-33,5 (2,1)	-1,4 (0,4)	-13,6 (0,5)	36,2 (2,1)				
	9	-37,1 (2,1)	-2,0 (0,4)	-14,5 (0,8)	39,9 (2,1)				
	12	-36,4 (3,4)	-1,9 (1,3)	-10,8 (3,8)	38,1 (4,3)				
	24	-46,6 (1,3)	-3,8 (0,3)	-17,3 (0,8)	49,8 (1,1)				
Hemlock	3	-5,4 (0,1)	0,9 (0,4)	-5,8 (0,4)	7,9 (0,3)	-7,5	0,8	-7,7	10,7
	6	-6,3 (0,3)	0,7 (0,5)	-6,6 (0,8)	9,1 (0,5)	-8,1	0,5	-8,4	11,7
	9	-6,3 (0,2)	-0,3 (0,5)	-7,1 (0,8)	9,5 (0,8)	-7,6	-0,4	-8,7	11,6
	12	-7,6 (0,4)	-1,7 (1,2)	-8,6 (0,8)	11,7 (0,6)	-9,1	-2,8	-9,6	14,2
	24	-8,6 (0,8)	-1,9 (1,3)	-10,0 (0,5)	13,3 (0,1)	-13,6	-4,0	-15,7	21,9
Pínia	3	-2,6 (0,2)	-1,9 (0,3)	-5,7 (0,3)	6,6 (0,3)	-3,9	-2,3	-7,3	8,5
	6	-3,2 (0,3)	-2,5 (0,3)	-7,0 (0,4)	8,1 (0,4)	-4,4	-2,8	-8,8	10,2
	9	-3,8 (0,2)	-3,4 (0,3)	-8,0 (1,1)	9,5 (0,9)	-5,1	-4,2	-10,7	12,5
	12	-5,2 (2,0)	-4,6 (0,4)	-10,9 (2,8)	13,0 (3,0)	-6,6	-5,3	-13,5	15,9
	24	-6,0 (1,9)	-5,0 (0,5)	-12,5 (2,8)	14,8 (3,0)	-8,4	-5,9	-16,3	19,2
Tykev	3	-1,1 (0,2)	-2,0 (0,3)	-2,5 (0,2)	3,4 (0,4)	-1,4	-2,5	-3,0	4,1
	6	-1,0 (0,3)	-3,2 (0,5)	-3,9 (0,5)	5,2 (0,6)	-1,4	-3,9	-4,2	5,9
	9	-1,4 (0,2)	-4,5 (0,4)	-5,0 (0,5)	6,9 (0,6)	-1,8	-5,5	-5,3	7,8
	12	-2,0 (1,1)	-4,4 (1,1)	-6,1 (1,6)	7,8 (2,1)	-1,9	-5,5	-6,2	8,5
	24	-2,5 (0,9)	-5,6 (1,1)	-7,1 (1,5)	9,4 (2,0)	-3,2	-7,3	-8,1	11,4
Orech	3	-0,5 (0,1)	-1,3 (0,1)	-2,5 (0,3)	2,9 (0,2)	-0,3	-1,3	-2,6	2,9
	6	-0,4 (0,1)	-1,8 (0,2)	-3,1 (0,4)	3,6 (0,4)	-0,2	-1,9	-3,2	3,7
	9	-0,6 (0,1)	-3,2 (0,3)	-4,2 (0,4)	5,3 (0,4)	-0,5	-3,3	-4,1	5,2
	12	-2,0 (0,6)	-4,2 (0,5)	-6,1 (1,1)	7,7 (1,2)	-1,2	-4,0	-5,5	6,9
	24	-2,3 (0,5)	-4,8 (0,5)	-6,7 (1,1)	8,6 (1,3)	-2,3	-5,2	-6,8	8,8
Višňa	3	0,8 (0,8)	-0,8 (0,4)	-0,8 (0,3)	1,4 (0,9)	0,9	-1,2	-1,2	1,9
	6	1,2 (0,7)	-1,2 (0,4)	-1,2 (0,3)	2,1 (0,9)	1,1	-1,6	-1,3	2,3
	9	0,9 (0,7)	-1,9 (0,4)	-0,6 (0,2)	2,2 (0,7)	1,4	-2,4	-1,1	3,0
	12	1,1 (0,6)	-1,9 (0,8)	-1,2 (0,4)	2,5 (0,9)	1,5	-1,9	-1,6	2,9
	24	1,1 (0,7)	-2,4 (0,9)	-1,3 (0,5)	3,0 (1,1)	0,7	-2,5	-1,7	3,1
Palisander	3	1,5 (0,4)	0,1 (0,1)	-0,3 (0,1)	1,5 (0,4)	1,4	0,2	-0,3	1,4
	6	1,9 (0,6)	0,2 (0,1)	-0,4 (0,3)	1,9 (0,6)	2,0	0,3	-0,5	2,1
	9	2,3 (0,5)	-0,5 (0,2)	-0,2 (0,2)	2,3 (0,5)	1,6	-0,3	-0,4	1,6
	12	1,9 (0,5)	-0,5 (0,3)	-0,5 (0,2)	2,0 (0,4)	2,1	-0,7	-0,5	2,3
	24	1,5 (0,6)	-0,7 (0,3)	-0,5 (0,2)	1,8 (0,4)	1,0	-1,1	-0,8	1,8
Hemlock & Palisander	3	1,2 (0,2)	-0,3 (0,1)	-0,8 (0,1)	1,4 (0,2)	1,5	-0,4	-0,7	1,7
	6	1,7 (0,2)	-0,3 (0,1)	-1,0 (0,2)	2,0 (0,2)	2,1	-0,4	-0,9	2,3
	9	2,0 (0,3)	-1,2 (0,1)	-1,0 (0,2)	2,5 (0,1)	2,5	-1,4	-1,1	3,1
	12	2,1 (0,4)	-0,8 (0,6)	-0,7 (0,6)	2,5 (0,2)	2,7	-0,4	-0,3	2,7
	24	1,7 (0,6)	-1,2 (0,6)	-0,7 (0,5)	2,3 (0,4)	1,7	-0,9	-0,7	2,1
Palisander & Hemlock	3	-1,2 (0,1)	0,2 (0,2)	-1,7 (0,1)	2,1 (0,2)	-1,1	-0,2	-1,9	2,1
	6	-1,1 (0,3)	-0,3 (0,3)	-2,9 (0,4)	3,1 (0,5)	-0,7	-0,6	-2,6	2,8
	9	-0,8 (0,2)	-1,3 (0,1)	-3,6 (0,3)	3,9 (0,2)	-0,6	-1,7	-3,4	3,8
	12	-1,5 (0,7)	-2,4 (0,4)	-4,3 (1,1)	5,2 (1,2)	-0,4	-2,7	-3,5	4,4
	24	-2,5 (1,0)	-3,2 (0,9)	-5,4 (1,2)	6,7 (1,7)	-2,1	-3,1	-5,2	6,4

Aritmetické priemerné hodnoty  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  a  $\Delta E^*$  sú pri O zo 4 meraní a pri W z 2 meraní.





**Obr. 2 Zmeny celkovej farebnej diferencie  $\Delta E^*$  na konci starnutia.**  
**Fig. 2 Changes of the total colour difference  $\Delta E^*$  at the end of the weathering processes.**

Popri svetlosti sa menila aj chromatická škála telies smreka upravených nátermi (tab. 3, 4 a 5). V prípade najsvetlejších náterov (hemlock, pínia, tykev) sa zvyšoval ich zelený a modrý chromatický odtieň na úkor červeného a žltého, t.j. parametre  $\Delta a^*$  a  $\Delta b^*$  nadobúdali s časom starnutia stále vyššie záporné hodnoty, najmarkantnejšie pri pínii v exteriéri pod uhlom  $45^\circ$  ( $\Delta a^* = -5$ ,  $\Delta b^* = -12,5$ ). Vysvetlenie je žiaduce hľadať v adsorpcii nečistôt a exhalátov sivastého odtieňa na povrchu telies v exteriéri,

no pri starnutí v Xenoteste viac menej iba v štruktúrnych zmenách pigmentov. Hodnoty parametrov  $\Delta a^*$  a  $\Delta b^*$  boli s časom starnutia stále viac záporné aj v prípade tmavších až veľmi tmavých náterov (orech, višňa, palisander), avšak ich nárast bol už zjavne miernejší (pomerne najväčší pri orechu) a nie vždy jednoznačný. Výnimka v zmene parametra  $\Delta a^*$  sa zistila iba pri najsvetlejšom nátere s pigmentom hemlock, a to pri starnutí v Xenoteste (bez zjavného vplyvu na parameter  $\Delta a^*$ ) i pri starnutí v exteriéri pod uhlom  $90^\circ$  (parameter  $\Delta a^*$  sa stal dokonca mierne kladným), keď telesá nadobúdali mierne červenkastý odtieň, čo je v zhode aj so starnutím telies upravených transparentnými nátermi (REINPRECHT *et al.* 2011).

Pri kombinovaných náterových systémoch „Hemlock + Palisander“ a „Palisander + Hemlock“ zohral pri zmenách svetlosti  $\Delta L^*$ , farebnosti  $\Delta a^*$  a  $\Delta b^*$ , ako aj celkovej farebnej diferencie  $\Delta E^*$  telies smreka vždy významnejšiu úlohu vrchný náter. Znamená to, že napr. pri základnom nátere s pigmentom palisander a vrchnom nátere s pigmentom hemlock sa farebné chovanie telies v určitej miere približovalo k telesám iba s pigmentom hemlock (tab. 3–6, obr. 2).

**Tab. 6** Lineárna korelácia zmeny celkovej farebnej diferencie  $\Delta E^*$  v čase  $\tau$  pri prirodzenom starnutí v exteriéri.

**Tab. 6** Linear correlation of the total colour difference  $\Delta E^*$  change in time  $\tau$  at natural weathering in exterior.

$\Delta E^* = A \cdot \tau$	Exteriér $90^\circ$		Exteriér $45^\circ$	
	O – mimo lapača	W – pri lapači	O – mimo lapača	W – pri lapači
	A (R)	A (R)	A (R)	A (R)
Bez náteru	1,29 (0,57)		2,73 (0,37)	
Hemlock	0,51 (-)	0,56 (0,47)	0,69 (0,61)	1,01 (0,84)
Pínia	0,47 (0,82)	0,51 (0,84)	0,79 (0,73)	1,01 (0,75)
Tykev	0,28 (0,96)	0,32 (0,96)	0,50 (0,76)	0,58 (0,81)
Orech	0,08 (0,91)	0,08 (0,74)	0,45 (0,84)	0,44 (0,88)
Višňa	0,06 (0,94)	0,08 (0,89)	0,16 (0,57)	0,18 (-)
Palisander	0,09 (-)	0,11 (-)	0,12 (-)	0,12 (-)
Hemlock & Palisander	0,08 (0,75)	0,17 (0,83)	0,15 (-)	0,15 (-)
Palisander & Hemlock	0,15 (0,71)	0,15 (0,90)	0,33 (0,88)	0,31 (0,89)

„A“ – smernica lineárnej závislosti  $\Delta E^* = A \cdot \tau$

„R“ – koeficient korelácie pre lineárnu závislosť  $\Delta E^* = A \cdot \tau$

Lineárna závislosť stanovená pre časy prirodzeného starnutia:  $\tau = 0, 3, 6, 9, 12$  a 24 mesiacov

Pri prirodzenom starnutí telies pod uhlami  $90^\circ$  a  $45^\circ$  nastali výraznejšie zmeny svetlosti a farebnosti pri lapačoch vody (W) v porovnaní s oblasťou mimo lapačov vody (O). Typicky to bolo v prípade svetlejších náterov hemlock, pínia a tykev, resp. pri uhle  $90^\circ$  aj pri hemlocku použitom ako základ v kombinácii s vrchným palisandrom (tab. 3–5, obr. 2). Na tieto trendy poukazujú aj hodnoty smernice „A“ v lineárnych koreláciách „ $\Delta E^* = A \cdot \tau$ “ pre definovaný typ náteru a pre daný uhol expozície v zóne O (mimo lapača vody) a v zóne W (pri lapači vody) (tab. 6).

Celková farebná diferencia  $\Delta E^*$  telies smreka s nátermi „Sokrates“ bola pri starnutiach výrazne väčšia v prípade aplikácie svetlejších pigmentov (hemlock, pínia a tykev) v porovnaní s tmavšími pigmentmi (tab. 3-6, obr. 2). Napríklad pri náteroch s pigmentom hemlock sa v závere testu v Xenoteste po 12 týždňoch stanovila vysoká hodnota  $\Delta E^* = 8,2$ , resp. v závere exteriérových expozícií po 24 mesiacoch pod uhlom  $90^\circ$  to boli hodnoty  $\Delta E^* = 8,7$  ( $\Delta E^* = 11,6$  pri lapači vody) a pod uhlom  $45^\circ$   $\Delta E^* = 13,3$  ( $\Delta E^* = 21,9$  pri lapači vody). Naopak, v prípade náterov s tmavšími pigmentmi (orech, višňa

a palisander) boli hodnoty  $\Delta E^*$  zjavne nižšie, t.j. v Xenoteste max. 2,9 a v exteriéri pod uhlom  $90^\circ$  max. 1,9. Iba pri nátere s pigmentom „orech“ sa v exteriéri pod uhlom  $45^\circ$  stanovila po 24 mesiacoch zjavne vyššia hodnota  $\Delta E^* = 8,6$  ( $\Delta E^* = 8,8$  pri lapači vody), čo možno hypoteticky pripísať štruktúrálnej zmene pigmentu a zosiveniu povrchu v spojení aj s pomerne vysokými zápornými hodnotami  $\Delta a^*$  a  $\Delta b^*$  (tab. 5).

Kontrolné telesá smreka bez náterov s časom expozície v Xenoteste i v exteriéri tmavli (tab. 3, 4 a 5). Najvýraznejšie tmavli pri uhle  $45^\circ$ , keď po 24 mesiacoch bola záporná hodnota  $\Delta L^*$  extrémne vysoká =  $-46,6$ . Pri tejto expozícii sa okrem vyplaveného fotodegradovaného lignínu adsorbovali na povrchy aj rôzne nečistoty – prach, sadze, emisie. Farba povrchovo neupravených telies nadobúdala pri umelom starnutí v Xenoteste a pri prirodzenom starnutí pod uhlom  $90^\circ$  najskôr červeno-žlté odtiene v dôsledku depolymerizácií a oxidácii lignínu pri jeho fotodegradáciách, no s predĺženým časom expozície v spojení so sprchovaním telies destilovanou vodou v Xenoteste alebo vplyvom vodných zrážok v exteriéri sa tieto fotodegradované produkty lignínu z dreva vyplavili a farba telies sa postupne posúvala k sivastým – zeleno-modrým odtieňom (tab. 3 a 4). Naopak, v prípade prirodzeného starnutia v exteriéri pod uhlom  $45^\circ$  došlo k sfarbovaniu telies do sivých – zeleno-modrých odtieňov už od 3 mesiaca, t.j. záporné hodnoty  $\Delta a^*$  a  $\Delta b^*$  sa zvyšovali trvalo, a to ako dôsledok rýchleho vyplavenia červeno-žltých depolymerizovaných zložiek lignínu a súčasnej adsorpcie tmavo-sivých nečistôt na bledé vlákna polysacharidov (tab. 5). Je to v zhode aj s poznatkami DAWSONA *et al.* (2008). Kontrolné nátermi neošetrené telesá smreka mali aj najvýraznejšiu zmenu celkovej farebnej diferencie  $\Delta E^*$ , napr. v exteriéri pod uhlom  $45^\circ$  po 24 mesiacoch  $\Delta E^* = 49,8$  (tab. 5, obr. 2). Podobné poznatky pri prirodzenom starnutí sú známe aj pre iné druhy rastlého a chemicky ošetreného dreva (TEMIZ *et al.* 2005, BAYSAL 2012) alebo pri pôsobení  $CO_2$  lasera na povrchy svetlých drevín (KUBOVSKÝ & BABIAK 2009).

V práci sa potvrdil aj všeobecne platný poznatok o vplyve uhla sklonu drevárskych výrobkov na intenzitu ich starnutia. Prirodzené starnutie telies smreka pod uhlom  $45^\circ$  bolo intenzívnejšie v porovnaní so starnutím pod uhlom  $90^\circ$  (tab. 3, 4, 5 a 6, obr. 2). Je to logický výsledok a je v úplnej zhode aj s poznatkami praxe a viacerých vedeckých i odborných prác, vrátane našich (REINPRECHT *et al.* 1989, HORSKÝ *et al.* 1990).

### **Defekty v telesách a náteroch vplyvom starnutí**

Defekty v povrchoch telies smreka a náteroch „Sokrates“ vzniknuté po 12 mesačnom starnutí v exteriéri pod uhlami  $90^\circ$  a  $45^\circ$ , t.j. defekty typu trhlín a modranie dreva v blízkosti lapačov vody, ako aj zmenenej tvrdosti a adhézie náterov, sa dokumentujú v tabuľke 7.

Trhliny sa vytvorili iba v telesách s najtmavším typom náteru „palisander“, výraznejšie pod uhlom  $45^\circ$ , keď v južnej expozícii bolo popri silnom vlhkosťnom namáhaní najvýraznejšie aj ich teplotné namáhanie. Zaujímavé je zistenie, že trhliny nevznikli (alebo vznikli len v menšej miere) pri kombinovanom náterovom systéme „Palisander + Hemlock“, čo možno zdôvodniť svetlejšim pigmentom na povrchu a dosiahnutím nižších teplotných diferencii v povrchu telies.

Naopak, modranie dreva hodnotené pri lapači vody sa zistilo najmä pri telesách upravených nátermi so svetlejšími pigmentmi hemlock, pínia a tykev, resp. pri viac náročnej expozícii pod uhlom  $45^\circ$  aj pri stredne svetlom nátere s pigmentom orech.

Vplyv pigmentov sa neprejavil na tvrdosť náterov (trvale stupeň 3 až 4) a ani na adhéziu náterov (trvale stupeň 0).

Vykonané starnutia nespôsobili ani v jednom type náteru ich odlupovanie pri lapači vody, a teda parameter odlupovania sa v tabuľke 7 neuvádza.

**Tab. 7 Defekty v náteroch „Sokrates“ po 12 mesačnom prirodzenom starnutí.**  
**Tab. 7 Defects in „Sokrates“ paints after 12 month's of natural weathering.**

Náter Paint	Mesiac Month	Prirodzené starnutie (90°)				Prirodzené starnutie (45°)			
		Trhliny Cracks (m-g)	Modranie Blu-stain (m-g)	Tvrdosť Hardness (1-13)	Adhézia Adhesion (0-5)	Trhliny Cracks (m-g)	Modranie Blu-stain (m-g)	Tvrdosť Hardness (1-13)	Adhézia Adhesion (0-5)
Hemlock	0			3	0			3	0
	12	1-1	2-3	4	0	1-1	3-5	3	0
Pínia	0			3	0			3	0
	12	1-1	2-3	3	0	1-1	3-5	3	0
Tykev	0			3	0			3	0
	12	1-1	1-2	3	0	1-2	2-3	3	0
Orech	0			3	0			3	0
	12	1-1	1-1	3	0	1-1	2-2	3	0
Višňa	0			4	0			4	0
	12	1-1	1-1	3	0	1-1	1-1	3	0
Palisander	0			3	0			3	0
	12	1-2	1-1	3	0	2-5	1-1	3	0
Hemlock & Palisander	0			3	0			3	0
	12	1-3	1-1	3	0	2-5	1-1	3	0
Palisander & Hemlock	0			3	0			3	0
	12	1-1	1-1	3	0	1-2	2-2	3	0

Hodnoty „od-do“ sú pri tvrdości a adhézii zo 4 meraní  $\cong$  10 a 20 mm od obidvoch čiel telesa.  
 Parameter (m-g) vyjadruje hustotu (m) a veľkosť (g) defektov, t.j. min. od 1-1 a max. po 5-5.  
 Odlupovanie náterov sa vplyvom starnutia neprejavilo, t.j. parameter (m-g) bol vždy 1-1.  
 Trhliny a zamodrania sa hodnotili pri lapačoch vody.

Na základe komplexného zhodnotenia farebnej stálosti a tvorby defektov v telesách smreka ošetrených pigmentovanými nátermi a vystavených starnutiu v exteriéri sa ako najvhodnejšie ukázali nátery s mierne tmavšími odtieňmi pigmentov – višňa a orech. Naopak, najmenej stabilným sa prejavil náter s najsvetlejším pigmentom – hemlock.

## ZÁVER

- Farebná stabilita telies smreka ošetrených pigmentovanými nátermi „Sokrates“ bola lepšia pre tmavšie pigmenty (višňa a palisander) v porovnaní so svetlejšími (hemlock, pínia, tykev a orech), a to pri obidvoch spôsoboch starnutia – urýchlennom v Xenoteste podľa STN EN 927-6 i prirodzenom v exteriéri podľa STN EN 927-3.
- Prirodzené starnutie telies smreka ošetrených nátermi so svetlejšími pigmentmi spôsobilo ich stmavnutia a posuny farebnej chromatickej škály od červeno-žltej k zeleno-modrej, zjavnejšie pri uhle sklonu 45° v porovnaní s 90°, a zjavnejšie pri lapačoch vody v blízkosti zámerne mechanicky narušených náterov.
- Trhliny sa vytvorili len pri použití náteru s najtmavším pigmentom – palisander, zrejme následkom adsorpcie väčšieho podielu slnečnej energie a jej transformácie do tepla.
- Modranie dreva pri lapačoch vody sa objavilo len pri telesách ošetrených nátermi so svetlejšími pigmentmi – hemlock, pínia, tykev, resp. pri 45° aj s pigmentom orech.

- Pre náročné exteriérové expozície sa v komplexnom zhodnotení farebnej stálosti a tvorby defektov ukázali ako najvhodnejšie nátery so stredne tmavým pigmentom – višňa, resp. aj orech.
- Urýchleným starnutím možno modelovať exteriérové starnutie výrobkov zo smrekového dreva ošetrených svetlo pigmentovanými nátermi, napríklad v našom experimente 12 týždňov v Xenoteste zodpovedalo 12 mesiacom pod 90° uhlom alebo 3 mesiacom pod 45° uhlom.

## LITERATÚRA

- BAYSAL, E., 2012. Surface characteristics of CCA treated Scots pine after accelerated weathering. *Wood Research*, 57(3): 375–382.
- CIE 1986. Colorimetry. 2nd Edition, CIE Pub. No. 15.2. Commission Internationale de l'Éclairage, Vienna, 74 p.
- DAWSON, B. S. W., SINGH, A. P., KROESE, H. W., SCHWITZER, M. A., GALLAGHER, S., RIDDIOGH, S. J., WU, S., 2008. Enhancing exterior performance of clear coatings through photostabilization of wood. Part 2. Coating and weathering performance. *Journal of Coating Technology and Research*, 5(2): 207–219.
- EVANS, P. D., OWEN, N. L., SCHMID, S., WEBSTER, R. D., 2002. Weathering and photostability of benzoylated wood. *Polymer Degradation and Stability*, 76(2): 291–303.
- EVANS, P. D., CHOWDHURY, M. J., 2010. Photostabilization of wood with higher molecular weight UV absorbers. In: The International Research Group on Wood Protection, 41<sup>st</sup> Conference in Biarritz – France, IRG/WP10-30524, 17 p.
- HORSKÝ, D., JELOKOVÁ, E., REINPRECHT, L., 1990. Fungicídne ochranné nátery dreva v prírodných a modelových expozíciách. In: Ochrana dreva – Wood Protection, 8. konferencia, DT Bratislava, p. 18–27.
- KUBOVSKÝ, I., BABIAK, M. 2009. Color changes induced by CO<sub>2</sub> laser irradiation of wood surface. *Wood Research* 54(3): 61–66.
- OZGENC, O., HIZIROGLU, S., ZILDIZ, U. C., 2012. Weathering properties of wood species treated with different coating applications. *Bioresources*, 7(4): 4875–4888.
- REINPRECHT, L., HORSKÝ, D., RÍČINOVÁ, K., 1989. Vplyv expozičných zaťažení na vlastnosti náterových systémov s obsahom fungicídov. Zborník vedeckých prác DF VŠLD Zvolen 1/1989, Bratislava : Alfa, p. 139–153.
- REINPRECHT, L., LIPTÁKOVÁ, E., 1997. Surface and strength characteristics of aged wood pre-treated with biocides. Part 1. Surface characteristics of aged wood. In: Les - Drevo - Životné prostredie. Zvolen : TU vo Zvolene, p. 167–174.
- REINPRECHT, L., BACULÁK, J., PÁNEK, M., 2011. Prirodzené a urýchlené starnutie náterov pre drevené okná. *Acta Facultatis Xylologiae Zvolen*, 53(1): 21–31.
- SCHALLER, C., ROGEZ, D., 2007. New approaches in wood coating stabilization. *Journal of Coating Technology and Research*, 4(4): 401–409.
- TEMIZ, A., YILDIZ, U. C., AYDIN, I., EIKENES, M., ALFREDSSEN, G., COLAKOGLU, G., 2005. Surface roughness and colour characteristics of wood treated with preservatives after accelerated weathering test. *Applied Surface Science*, 250(1–4): 35–42.
- WILLIAMS, R. S., FEIST, W. C., 1988. Performance of finishes on wood modified with chromium nitrate versus chromic acid. *Forest Products Journal*, 38(11–12): 32–35.
- NORMY: STN ISO 554, STN ISO 2409, STN ISO 7724, STN ISO 15686-1STN EN 927-3, STN EN 927-6, STN 67 3075, STN 91 0272

## **Pod'akovanie**

Autori vyjadrujú pod'akovanie grantovej agentúre Slovenskej republiky (Grant VEGA č. 1/0574/12) za podporu projektu a súčasne aj Ing. Jozefovi Hornákovi za poskytnutie náterov „Sokrates“ a technickú pomoc pri experimentálnych prácach.

## **Adresa autorov**

Prof. Ing. Ladislav Reinprecht, CSc.  
Ing. Miloš Pánek, PhD.  
Technická univerzita vo Zvolene  
Drevárska fakulta - Katedra mechanickej technológie dreva  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen  
Slovensko  
Corresponding author: reinprecht@tuzvo.sk