

## VLIV MÍSTA EXPOZICE NA SVĚTLOSTÁLOST TRANSPARENTNÍCH POVRCHOVÝCH ÚPRAV

V. Závada

Došlo: 8. února 2010

### Abstract

ZÁVADA, V.: *The light stability of transparent coating materials is influenced by the location of exposition*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2010, LVIII, No. 4, pp. 239–258

The ultraviolet radiation (UV), reaching the earth's surface, changes color of the paint films. By exposure to weathering, the biggest damage is caused by light, especially short-wavelength UV, high temperature and humidity. Any of these factors can lead to degradation. These natural elements can be reproduced and accelerated in laboratory conditions in test devices, such as the fluorescent UV or xenon-arc test chambers. Such equipment can provide fast and reproducible results. The artificial aging is a useful tool for product research and it is required by many international standards. A major problem in comparing the outdoor and laboratory tests is the fact, that the weathering-chamber environment is well controlled, whilst nature is not. The outdoor exposure tests are influenced by many factors, such as altitude, local conditions, seasonal variations, orientation of the sample and variable properties of test materials. Our work compares the influence of altitude of the tested position on light stability of surface finish treatment. The color changes are observed on different kinds of coating paint films with different contents of chemically binded UV stabilizer. Furthermore, the influence of bolstering material was observed. This material was mostly made of woods from temperate climate zone. One tropical wood was used for this purpose as well. The color changes of paint films ( $\Delta E$ ) on different bolstering materials were assessed by spectrophotometer.

light stability, wood, finishing materials, spectrophotometer, UV stabilizer

Dřevo je jedním z nejčastěji používaných přírodních materiálů. Stejně jako jiné materiály je třeba jej chránit před nežádoucími vlivy. Existuje řada možností, jak dřevo ošetřit a zachovat jeho užitné i estetické vlastnosti. Jednou z možností ochrany je použití vhodných nátěrových hmot. Zvolený nátěrový systém musí dřevu poskytovat ochranu před následujícími faktory:

- biologickým napadením – dřevokaznými houbami a hmyzem, plísněmi a houbami zbarvujícími dřevo
- UV zářením
- povětrnostními vlivy
- vlhkostí – působením vody dochází k rozkladu dřevní hmoty a vytváření podmínek pro biologické působení
- mechanickým a chemickým poškozením.

Kromě toho by měl nátěr zachovat estetické vlastnosti dřeva. Před použitím nátěrové hmoty je nutno věnovat pozornost přípravě podkladu. Výběr dřeva

a kvalita jeho úpravy závisí na jeho dalším použití. Dřevo by mělo být suché, bez zbytků pryskyřic, bez prasklin, nemělo by mít vypadané suky. Povrch je třeba před nánosem nátěrového systému přebrousit jemným brusným papírem, aby nátěrový systém dobře přilnul k podkladu a dokonale plnil svou funkci.

Hlavním cílem experimentu bylo sledování vlivu místa expozice a klimatických podmínek na světlostálost transparentních povrchových úprav, dále vliv aplikovaných nátěrových hmot na světlostálost transparentních povrchových úprav různých druhů dřev.

Při vystavení dřeva povětrnostním vlivům způsobuje největší poškození světlo, zvláště složka UV záření s krátkou vlnovou délkou, dále pak vysoká teplota a vlhkost. Jakýkoliv z těchto faktorů může způsobit degradaci.

V laboratoři mohou být tyto přirozené elementy napodobeny a zrychleny v testovacích zařízeních

s fluorescenčními UV nebo xenon-obloukovými lampami. Takové vybavení může poskytnout rychlé a reprodukovatelné výsledky. Umělé stárnutí je užitečným nástrojem pro výzkum výrobku a je požadováno mnoha mezinárodními normami.

Snaha co nejdříve získat výsledky způsobuje stále častější využití pouze zrychleného testování bez srovnání s výsledky venkovní expozice. Vynecháním srovnání výsledků může dojít k nesprávným výsledkům, nebo chybným závěrům.

Pracovníci výzkumných ústavů se snaží nalézt „faktor zrychlení“, tedy kolik hodin stárnutí v testovacím zařízení se rovná kolika hodinám venkovního vystavení pro všechny materiály. Podstatná je proměnlivost při testování v exteriéru a reakce materiálů na účinky světla, tepla a vlhkosti.

Závažným problémem v porovnání venkovních a laboratorních testů je, že v komoře je možné nastavit konstantní podmínky, zatímco přírodní podmínky jsou proměnlivé. Testy expozicí venku jsou ovlivněny několika proměnnými:

- denní cyklus světlo/ tma a změny počasí
- zeměpisná šířka místa vystavení (větší množství UV blíže rovníku)
- nadmořská výška (vyšší znamená více UV)
- lokální podmínky (například stálý vítr vysuší zkušební vzorek)
- nepravidelný rok, střídání počasí (degradace se může významně měnit v následných letech při stejném umístění)
- sezonní výkyvy (zimní vystavení může být méně nepříznivé než letní vystavení a naopak)
- orientace vzorku (může být použito mnoho orientací, v rozsahu od 5° náklonu na rovníku k svislému náklonu daleko od rovníku)
- izolace vzorku

- proměnlivost vlastností zkoušených materiálů.

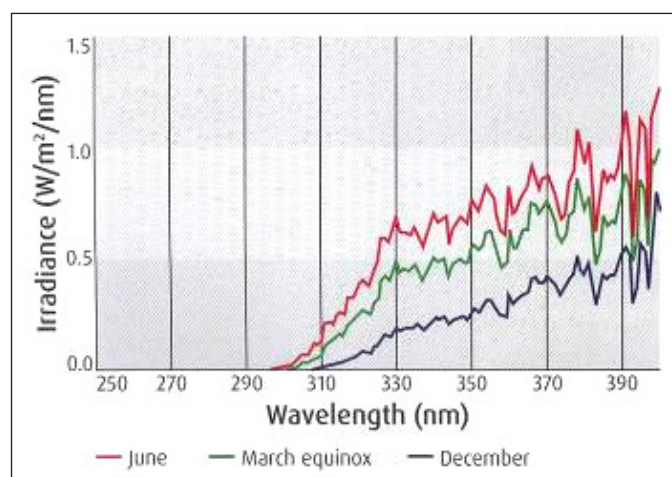
Zrychlené testování má méně proměnných, které mohou být navíc kontrolovány obsluhou, např.:

- pracovní cyklus laboratorního testovacího zařízení (světlo/tma, mokré cykly jsou obvykle specifikovány standardem)
- teplota užívaná při laboratorní zkoušce (nejteplejší je nejrychlejší)
- variabilita testovacího zařízení (ruční nebo automatická kontrola intenzity ozáření, lampa a filtr stárnutí)
- proměnlivé vlastnosti zkoušených materiálů.

Bez ohledu na to, jak pečlivě jsou nastaveny podmínky laboratorní a venkovní, vystavení je vždy různé – jedno je kontrolované, druhé je nepředvídatelné. Ne všechny faktory zvětrávání mohou být opětovně vytvořeny v zařízení užívaném pro zrychlené testy. V přírodě existují cyklické podmínky, které mohou být laboratorními zkouškami blízce napodobeny, ale nemohou se jim rovnat. Nejvíce obvyklou metodou je vždy použití venkovního vystavení povětrnostním vlivům k ověření zrychleného testování. Bez tohoto ověření jsou výsledky zrychleného testování pouhými odhady.

Je důležité začít testování venku co možná nejdříve po přípravě vzorků. Při správném plánu a provedení může venkovní test předložit smysluplná data v relativně krátkém čase. Dobrý experimentální návrh začíná úspěšným plánem venkovního vystavení povětrnostním vlivům, použitím kontrolních materiálů a opakováním testu. Venkovní umístění by mělo být vybráno tak, aby se zkušební podmínky co nejvíce blížily povětrnostním podmínkám, ve kterých bude produkt užíván, popř. byly ještě intenzivnější.

Např. jižní Florida poskytuje horké a vlhké prostředí s vysokým podílem UV záření. V poušti v Ari-



1: Sezonní změny v UV záření<sup>1</sup>

1: Seasonal changes in UV irradiance<sup>1</sup>

1 CREWDSON, M. L., KETOLA, W. D.: Best practices in weathering. European Coating Journal. 2009, No. 04/2009, p. 116–121.

zoně je velmi horké a velmi suché prostředí s vyšším ročním úhrnem UV záření než na Floridě. Výběr podnebí závisí na tom, v jakém prostředí bude výrobek užíván.

## MATERIÁLY A METODY

### Materiály

K experimentu byla použita tuzemská dřeva a jedno tropické dřevo. Zkušební vzorky byly vyrobeny z masivního dřeva.

Podkladem pro zkoušení světlostálости byly sdružené vzorky masivního dřeva o rozměrech

Pro přehlednost jsou v Tab. I zobrazeny nátěrové hmoty, kterými byly dokončeny jednotlivé druhy dřev.

Nejprve byl zkoumán druh dřeva jakožto podkladu, jelikož druh dřeva má velmi výrazný vliv na světlostálост povrchových úprav.

Dále byl zkoumán vliv místa expozice, konkrétně nadmořské výšky a klimatických podmínek, na světlostálост povrchových úprav. Vzorky dřeva byly vystaveny v exteriéru na místech s rozdílnou nadmořskou výškou, za okenním sklem a v simulačním přístroji Q-SUN.

Na zkoušených vzorcích byla následně stanovena změna lesku vzorků po ozáření.

I: Použité vzorky – kombinace zkoušených nátěrových hmot a druhů dřev

I: Used samples – combination of tested finishing materials and different kinds of wood

Nátěrová hmota	Druh dřeva							
	Bossé	BK	DB	JV	MD	OL	OR	SM
CONTASOL RAK-UV/AD-0	x	x	x	x	x	x	x	x
CONTASOL RAK-UV/AD-1	x	x	x	x	x	x	x	x
CONTASOL RAK-UV/AD-2		x		x		x	x	x
CONTASOL RAK-UV/AD-3	x	x	x	x	x	x	x	x
CONTASOL RAKPUR UV/AD-0	x	x	x	x	x	x	x	x
CONTASOL RAKPUR UV/AD-1	x	x	x	x	x	x	x	x
CONTASOL RAKPUR UV/AD-2		x		x		x	x	x
CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	x	x	x	x	x	x	x	x
Aqua interior	x	x	x	x	x	x	x	x
ELS 125	x	x	x	x	x	x	x	x
Syntetická silnovrstvá lazura		x				x	x	x

x – znázorňuje kombinace nátěrových hmot a druhů dřeva, použitých při experimentu

1020 × 50 × 12 mm. Tyto sdružené vzorky byly dokončeny dvěma nátěry jednotlivých nátěrových hmot. Výsledná tloušťka suchého nátěrového filmu činila 90 µm. Následně byly sdružené vzorky rozděleny na části o rozměrech 140 × 50 × 12 mm. Velikost vzorků byla stanovena s ohledem na efektivní využití zkušební plochy simulačního přístroje Q-SUN a plochy stojanů pro venkovní expozici, dále pak s ohledem na způsob dokončování stříkáním a cenovou dostupnost masivního materiálu.

Použité nátěrové hmoty byly na různé bázi. CONTASOL RAK-UV/AD jsou nově vyvíjenými nátěrovými hmotami na bázi vodou ředitelných akrylátových disperzí CONTASOL RAKPUR-UV/AD jsou taktéž nově vyvíjenými nátěrovými hmotami na bázi polyuretanu. Číslo za názvem nátěrové hmoty, např. AD-2, značí že nátěrová hmota obsahuje 2 % UV absorbéru. Aqua interior je vodou ředitelnou nátěrovou hmotou pro použití v interiéru. Nátěrová hmota ELS 125 je kyselinou tvrditelná, kde číslo 125 je nedílnou součástí názvu nátěrové hmoty a tudíž nevypovídá o obsahu UV absorbéru. Syntetická silnovrstvá lazura je rozpouštědlovou nátěrovou hmotou pro použití v exteriéru. Obsahuje UV absorbér, jehož množství není blíže specifikováno.

### Metody zkoušení a hodnocení nátěrových hmot

ISO 2810: Paints and varnishes – Natural weathering of coatings – Exposure and assessment

ČSN EN ISO 11341 Nátěrové hmoty – Umělé stárnutí a expozice umělému záření – Expozice filtrovanému záření xenonové obloukové výbojky

ČSN EN 15187 Nábytek – Hodnocení účinku vystavení světlu

ČSN 910282 Nábytek. Metody zjišťování světlostálости povrchu

Přirozené stárnutí probíhalo na několika stano-  
vištích, s rozdílnou nadmořskou výškou. Byla to:

- Lysá hora (1323 m n. m.)
- Maruška (664 m n. m.)
- Brno (337 m n. m.)
- Mošnov (250 m n. m.)
- Mošnov za okenním sklem (250 m n. m.).

Vzorky byly na těchto expozicích vystaveny 7. května 2009. Barevné změny byly hodnoceny po 2, 4, 6, 9, 12, 15 a 19 týdnech.

Při experimentu zkoušení umělého stárnutí byly zkušební vzorky umístěny na zkušební plochu přístroje Q-SUN, kde byly připevněny svorkami. Přístroj byl nastaven na hodnoty: teplota 55 °C, výkon

lampy 0,55 W/m<sup>2</sup>. Barevné změny byly hodnoceny po době ozáření 1, 3, 6, 12, 24, 48 a 96 hodin.

Základem bylo hodnocení barevných změn  $\Delta E$  na vzorcích, prováděné pomocí spektrofotometru Spectro-guide po stanovených dobách ozáření.

Následně bylo provedeno kontrolní hodnocení barevných změn pomocí šedé stupnice.

Veškeré naměřené hodnoty byly zpracovány a výsledky zaznamenány do tabulek, které posloužily ke grafickému zpracování a porovnání výsledků na jednotlivých expozicích v podmínkách přiroze-

ného záření, záření za okenním sklem a po umělém ozáření v přístroji Q-SUN.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

V Tab. II je zobrazeno srovnání základních klimatických podmínek po celkové době expozice, tj. 132 dní. Meteo-data byla získána z poboček Českého hydrometeorologického ústavu v Brně a Ostravě.

V Tab. III a na Obr. 2 jsou zobrazeny výsledky stanovení světlostalosti po expozici na Lysé hoře.

II: Srovnání klimatických podmínek po celkové době expozice

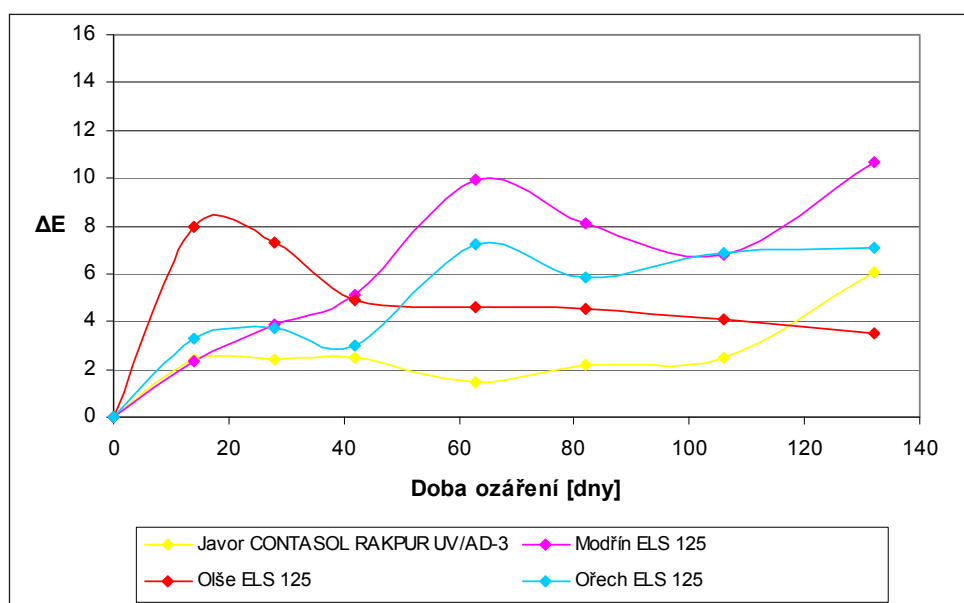
II: Comparisson of climatic conditions after the total time of exposition

Expozice	Lysá hora	Maruška	Brno	Mošnov
Nadmořská výška [m n. m.]	1323	664	337	250
Průměrná teplota [°C]	11,1	15,5	18,6	17,8
Doba svitu slunce [h]	769,3	901,1	992,6	924,4
Množství srážek [mm]	528,1	355,7	287,3	382,6

III: Vyhovující vzorky po expozici na Lysé hoře

III: Complying samples after exposition in Lysá hora

Druh dřeva	Nátěrová hmota	Veličina	Doba ozáření [dny]						
			14	28	42	63	82	106	132
Javor	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	ΔE	2,38	2,39	2,46	1,46	2,19	2,45	6,09
		Sm. odch.	0,36	0,64	0,83	0,66	0,52	0,24	0,52
Modřín	ELS 125	ΔE	2,32	3,85	5,08	9,91	8,08	6,81	10,7
		Sm. odch.	0,28	0,75	0,72	0,72	0,75	0,99	0,26
Olše	ELS 125	ΔE	7,99	7,30	4,91	4,60	4,53	4,06	3,51
		Sm. odch.	1,43	1,36	1,21	1,45	1,26	0,52	1,13
Ořech	ELS 125	ΔE	3,31	3,70	3,03	7,23	5,87	6,87	7,11
		Sm. odch.	2,08	1,04	1,31	1,85	2,38	1,92	3,01



2: Vyhovující vzorky po expozici na Lysé hoře

2: Complying samples after exposition in Lysá hora

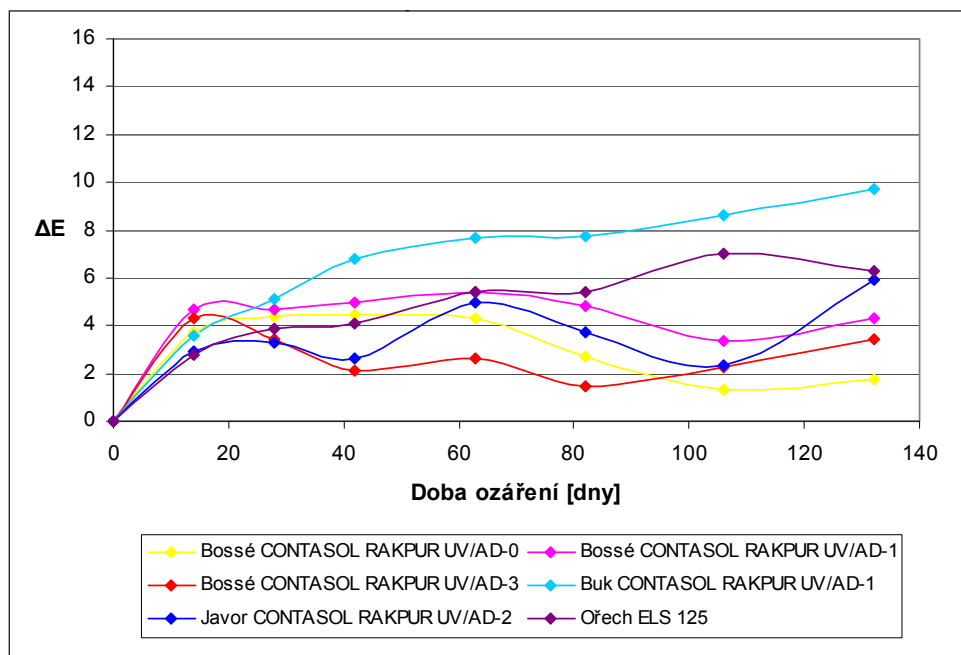
V Tab. IV a na Obr. 3 jsou zobrazeny výsledky stanovení světlostálости na expozici na Marušce.

V Tab. V a na Obr. 4 jsou zobrazeny výsledky stanovení světlostálости na expozici v Mošnově.

IV: Vyhovující vzorky po expozici na Marušce

IV: Complying samples after exposition in Maruška

Druh dřeva	Nátěrová hmota	Veličina	Doba ozáření [dny]						
			14	28	42	63	82	106	132
Bossé	CONTASOL RAKPUR UV/AD-0	ΔE	3,69	4,42	4,46	4,34	2,68	1,29	1,73
		Sm. odch.	0,90	0,69	0,63	0,58	0,83	0,69	0,76
Bossé	CONTASOL RAKPUR UV/AD-1	ΔE	4,69	4,69	4,95	5,37	4,80	3,36	4,29
		Sm. odch.	1,04	1,25	0,99	1,11	0,99	0,93	1,01
Bossé	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	ΔE	4,28	3,40	2,15	2,63	1,46	2,24	3,43
		Sm. odch.	0,40	0,44	0,78	0,79	0,51	0,94	0,54
Buk	CONTASOL RAKPUR UV/AD-1	ΔE	3,61	5,09	6,79	7,70	7,73	8,63	9,75
		Sm. odch.	0,84	0,81	0,93	0,48	0,71	0,73	0,43
Javor	CONTASOL RAKPUR UV/AD-2	ΔE	2,93	3,30	2,60	4,98	3,72	2,36	5,89
		Sm. odch.	0,69	0,89	0,85	0,93	0,69	0,72	0,62
Ořech	ELS 125	ΔE	2,78	3,84	4,11	5,43	5,43	6,99	6,26
		Sm. odch.	1,65	2,07	1,62	1,04	2,21	1,80	2,08



3: Vyhovující vzorky po expozici na Marušce

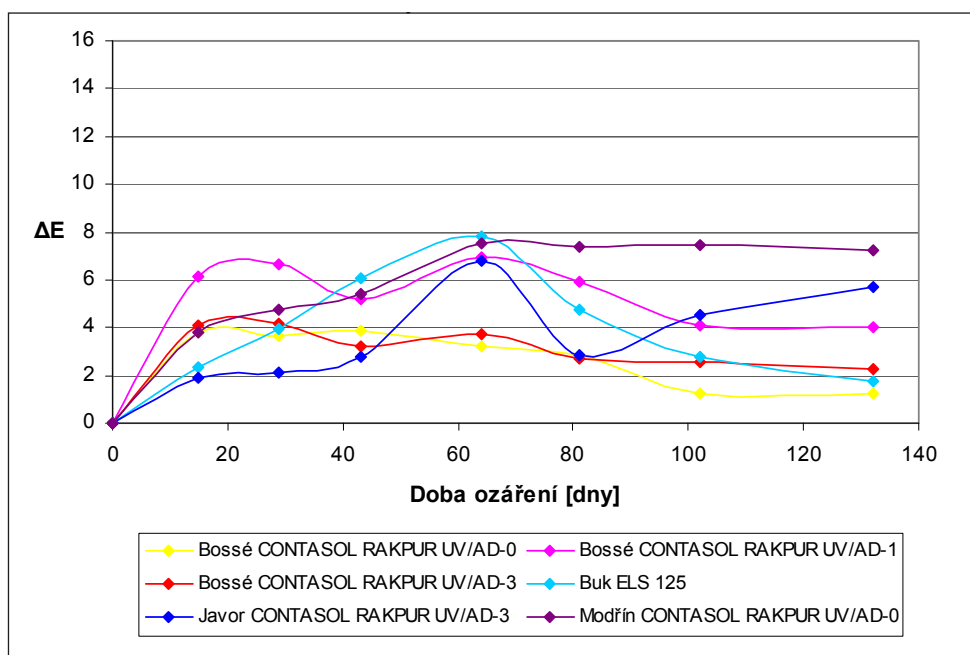
3: Complying samples after exposition in Maruška

V: Vyhovující vzorky po expozici v Mošnově

V: Complying samples after exposition in Mošnov

Druh dřeva	Nátěrová hmota	Veličina	Doba ozáření Mošnov						
			15	29	43	64	81	102	132
Bossé	CONTASOL	ΔE	3,80	3,65	3,88	3,22	2,86	1,27	1,22
	RAKPUR UV/AD-0	Sm. odch.	0,41	0,47	0,44	0,42	0,76	0,69	0,87
Bossé	CONTASOL	ΔE	6,15	6,65	5,21	6,92	5,95	4,08	4,03
	RAKPUR UV/AD-1	Sm. odch.	1,46	1,15	1,33	0,70	1,06	1,50	1,43

Druh dřeva	Nátěrová hmota	Veličina	Doba ozáření Mošnov						
			15	29	43	64	81	102	132
Bossé	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	$\Delta E$	4,12	4,18	3,22	3,70	2,69	2,58	2,27
		Sm. odch.	0,63	0,66	0,52	0,97	0,30	0,70	0,51
Buk	ELS 125	$\Delta E$	2,32	3,96	6,09	7,79	4,74	2,79	1,75
		Sm. odch.	0,42	0,61	0,23	0,56	0,52	0,72	0,92
Javor	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	$\Delta E$	1,90	2,12	2,75	6,83	2,82	4,55	5,68
		Sm. odch.	0,28	0,47	0,64	0,85	0,65	0,86	1,56
Modřín	CONTASOL RAKPUR UV/AD-0	$\Delta E$	3,78	4,74	5,41	7,52	7,36	7,46	7,23
		Sm. odch.	0,55	0,79	0,78	0,55	0,63	0,52	0,93



4: Vyhovující vzorky po expozici v Mošnově  
4: Complying samples after exposition in Mošnov

VI: Vyhovující vzorky po expozici v Brně  
VI: Complying samples after exposition in Brno

Druh dřeva	Nátěrová hmota	Veličina	Doba ozáření Brno						
			18	32	41	62	83	104	132
Bossé	CONTASOL RAKPUR UV/AD-0	$\Delta E$	3,01	3,63	3,98	3,29	2,49	2,12	0,96
		Sm. odch.	0,61	0,49	0,52	0,48	0,19	0,35	0,39
Bossé	CONTASOL RAKPUR UV/AD-1	$\Delta E$	5,54	5,88	6,63	5,99	4,87	4,78	5,11
		Sm. odch.	1,15	0,43	0,46	0,97	0,52	0,59	0,54
Bossé	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	$\Delta E$	5,02	3,75	3,29	3,73	2,43	2,74	2,09
		Sm. odch.	1,44	1,45	1,48	1,50	0,88	1,95	0,75
Javor	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	$\Delta E$	2,54	1,89	2,33	2,80	6,10	7,08	8,93
		Sm. odch.	0,29	0,44	0,44	0,64	0,53	0,54	0,92
Modřín	CONTASOL RAK-UV/AD-3	$\Delta E$	2,06	3,01	5,30	4,83	5,14	5,90	6,61
		Sm. odch.	0,84	0,99	0,34	0,79	0,73	0,32	0,57
Olše	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	$\Delta E$	5,27	3,48	3,85	3,76	4,66	3,77	3,35
		Sm. odch.	0,41	0,74	0,99	1,07	1,07	1,38	0,55
Olše	ELS 125	$\Delta E$	9,54	10,6	10,3	9,75	8,45	7,53	5,71
		Sm. odch.	0,74	0,42	0,93	1,12	0,87	0,96	1,16



V Tab. VI a na Obr. 5 jsou zobrazeny výsledky stanovení světlostálости po expozici v Brně.

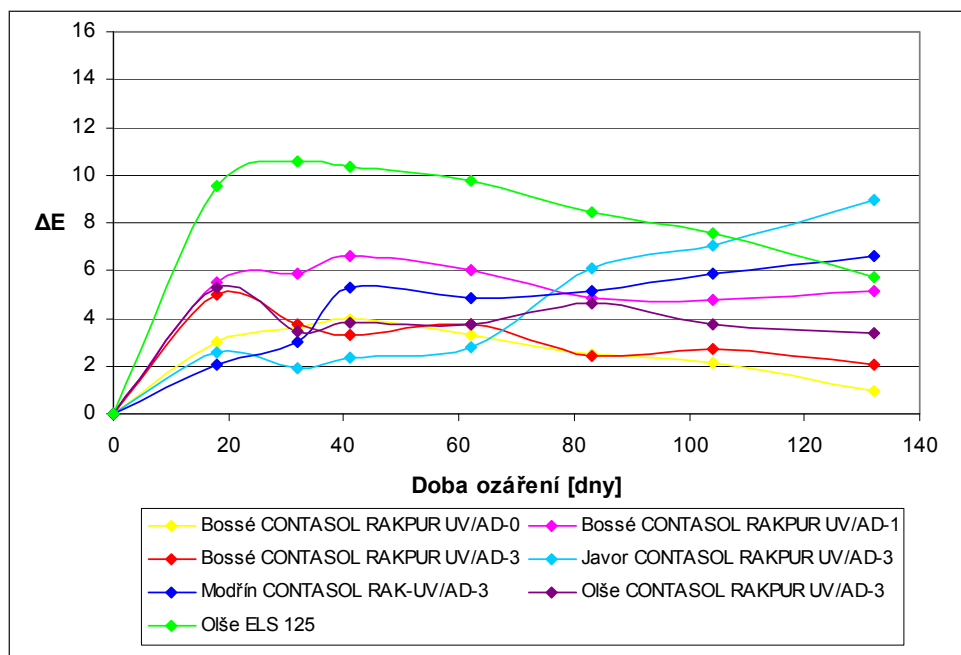
V Tab. VII a na Obr. 6 jsou zobrazeny výsledky stanovení světlostálости po expozici za sklem.

V Tab. VIII jsou zobrazeny výsledky stanovení světlostálости po expozici v přístroji Q-SUN.

V příloze jsou zobrazeny vyhovující výsledky stanovení světlostálости na jednotlivých expozicích v obrazové podobě.

Z Tab. II je zřejmé, že nejnižší průměrná denní teplota byla naměřena na Lysé hoře (11,1 °C) a nej-

vyšší v Brně (18,6 °C). Nejdelší doby přímého svitu slunce bylo dosaženo v Brně, kde tato doba činila 992,6 hodin a nejnižší na Lysé hoře – 769,3 hodin, což je 78 % doby svitu slunce dosažené v Brně. Na Lysé hoře dopadlo největší množství srážek – 528,1 mm, nejnižší pak v Brně – 287,3 mm, což je pouhých 54 % množství srážek, naměřených na Lysé hoře. Ovšem je nutné podotknout, že na vzorky vystavené v Brně v letních měsících negativně působil zavlažovací systém v blízkosti stojanu se vzorky.



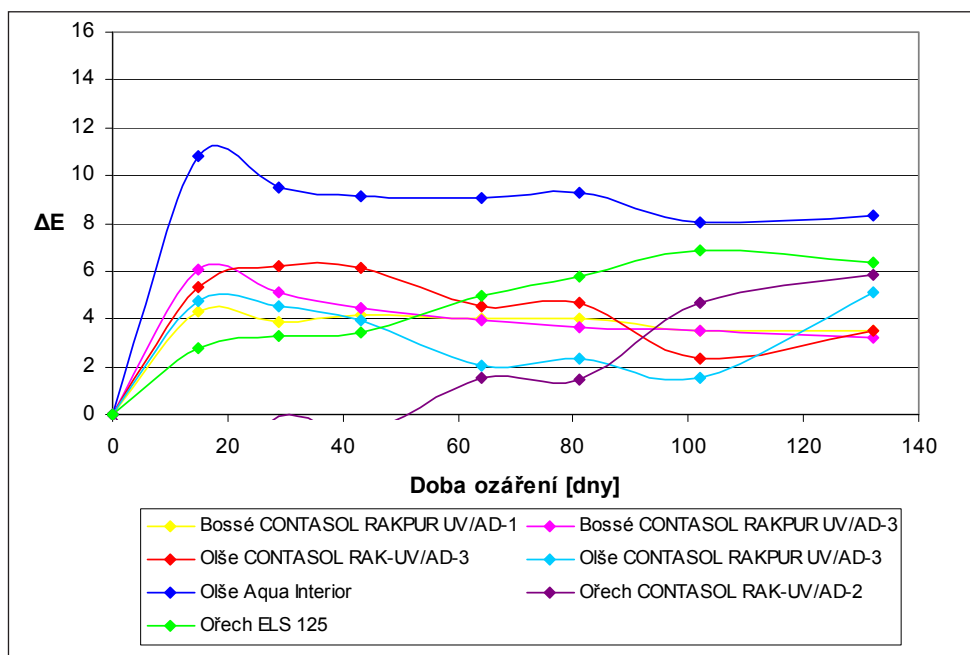
5: Vyhovující vzorky po expozici v Brně

5: Complying samples after exposition in Brno

VII: Vyhovující vzorky po expozici za sklem

VII: Complying samples after exposition under glass

Druh dřeva	Nátěrová hmota	Veličina	Doba ozáření Sklo						
			15	29	43	64	81	102	132
Bossé	CONTASOL RAKPUR UV/AD-1	ΔE	4,32	3,86	4,19	4,03	4,01	3,52	3,52
		Sm. odch.	1,29	0,98	0,93	0,83	1,50	1,12	1,39
Bossé	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	ΔE	6,04	5,09	4,48	3,92	3,68	3,53	3,23
		Sm. odch.	0,27	0,74	0,45	0,29	0,56	0,69	0,49
Olše	CONTASOL RAK-UV/AD-3	ΔE	5,33	6,19	6,16	4,53	4,69	2,34	3,52
		Sm. odch.	0,35	0,14	0,49	0,52	0,50	0,80	0,24
Olše	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	ΔE	4,75	4,53	3,95	2,07	2,35	1,55	5,08
		Sm. odch.	0,39	0,60	0,71	0,61	0,48	0,57	0,72
Olše	Aqua interior	ΔE	10,8	9,47	9,16	9,08	9,29	8,03	8,32
		Sm. odch.	0,16	0,16	0,18	0,27	0,34	0,35	0,73
Ořech	CONTASOL RAK-UV/AD-2	ΔE	-3,45	-0,04	-0,81	1,57	1,47	4,64	5,82
		Sm. odch.	0,52	0,80	0,70	1,34	1,08	0,95	1,21
Ořech	ELS 125	ΔE	2,78	3,29	3,44	5,00	5,77	6,88	6,38
		Sm. odch.	1,44	1,33	1,20	0,48	0,89	1,32	1,46



6: Vyhovující vzorky po expozici za sklem

6: Complying samples after exposition under glass

VIII: Vyhovující vzorky po expozici v přístroji Q-SUN

VIII: Complying samples after exposition in apparatus Q-SUN

Druh dřeva	Nátěrová hmota	Veličina	Doba ozáření Q-SUN						
			1	3	6	12	24	48	96
Bossé	CONTASOL RAK-UV/AD-0	ΔE	2,00	4,14	6,57	7,58	8,25	9,09	8,82
		Sm. odch.	0,72	0,79	0,44	0,65	1,01	0,76	0,55
Bossé	CONTASOL RAK-UV/AD-1	ΔE	0,20	1,04	1,79	1,69	1,92	2,50	4,67
		Sm. odch.	1,01	0,62	0,56	0,59	0,56	1,06	0,85
Bossé	CONTASOL RAK-UV/AD-3	ΔE	0,24	1,25	3,49	4,10	5,93	4,63	2,61
		Sm. odch.	1,01	0,63	0,69	0,99	1,06	0,97	0,96
Bossé	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	ΔE	2,22	3,97	6,05	7,76	9,82	9,02	9,10
		Sm. odch.	1,11	0,75	1,31	0,98	1,30	1,13	1,02
Buk	CONTASOL RAK-UV/AD-2	ΔE	0,15	1,58	1,86	1,91	3,49	5,43	8,34
		Sm. odch.	0,25	0,24	0,47	0,56	0,43	0,49	0,59
Buk	CONTASOL RAKPUR UV/AD-2	ΔE	0,69	1,26	1,55	2,49	3,66	5,45	8,07
		Sm. odch.	0,30	0,29	0,33	0,36	0,32	0,41	0,33
Buk	ELS 125	ΔE	2,88	-0,65	-0,93	-0,80	0,40	2,46	5,53
		Sm. odch.	0,19	0,25	0,47	0,45	0,37	0,54	0,43
Dub	CONTASOL RAK-UV/AD-1	ΔE	0,27	0,12	0,61	0,49	0,67	3,14	6,47
		Sm. odch.	0,77	1,10	1,29	1,18	0,59	0,37	0,53
Dub	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	ΔE	-0,68	-0,53	-1,12	-0,99	1,19	0,36	2,19
		Sm. odch.	0,70	0,36	0,50	0,56	1,10	1,12	1,11
Javor	CONTASOL RAK-UV/AD-3	ΔE	3,06	3,82	3,95	3,36	3,17	2,90	2,76
		Sm. odch.	0,23	0,28	0,39	0,45	0,42	0,45	0,31
Javor	CONTASOL RAKPUR UV/AD-2	ΔE	1,73	2,50	2,83	2,67	3,89	3,80	3,58
		Sm. odch.	0,34	0,19	0,22	0,07	0,34	0,32	0,43
Javor	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	ΔE	1,23	1,76	2,29	3,10	3,94	3,60	3,84
		Sm. odch.	0,50	0,61	0,54	0,51	0,36	0,46	0,51



Druh dřeva	Nátěrová hmota	Veličina	Doba ozáření Q-SUN						
			1	3	6	12	24	48	96
Modřín	CONTASOL RAK-UV/AD-1	$\Delta E$	2,45	2,44	3,44	4,40	3,12	1,93	3,47
		Sm. odch.	0,47	0,27	0,39	0,78	0,57	1,01	0,76
Modřín	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	$\Delta E$	2,30	3,82	4,50	4,71	4,60	5,64	5,46
		Sm. odch.	1,38	0,53	0,47	0,33	0,69	0,74	1,18
Modřín	Aqua interior	$\Delta E$	3,38	6,68	9,54	10,72	11,5	11,65	12,63
		Sm. odch.	1,37	1,22	2,02	1,08	1,59	1,29	0,83
Modřín	ELS 125	$\Delta E$	-1,15	-0,37	0,11	0,92	2,13	4,33	5,91
		Sm. odch.	1,46	0,60	1,87	1,13	1,20	0,71	1,15
Olše	CONTASOL RAKPUR UV/AD-2	$\Delta E$	2,75	3,52	4,40	6,39	9,20	8,52	6,02
		Sm. odch.	1,18	1,42	0,97	1,05	0,84	0,53	0,47
Olše	Aqua interior	$\Delta E$	2,81	5,66	8,32	10,1	11,6	12,0	12,2
		Sm. odch.	0,37	0,49	0,31	0,25	0,33	0,35	0,25
Ořech	CONTASOL RAK-UV/AD-1	$\Delta E$	-2,84	-1,98	-1,80	-2,35	-0,01	3,17	7,06
		Sm. odch.	1,34	1,74	0,79	0,78	0,78	1,67	1,33
Ořech	CONTASOL RAKPUR UV/AD-0	$\Delta E$	1,57	1,19	0,70	0,80	0,90	2,81	4,58
		Sm. odch.	2,13	1,59	1,18	0,52	0,82	1,67	1,67
Ořech	CONTASOL RAKPUR UV/AD-3	$\Delta E$	0,54	1,23	1,13	1,74	4,53	4,18	6,12
		Sm. odch.	1,47	1,67	1,19	1,30	1,41	1,56	1,69
Ořech	Aqua interior	$\Delta E$	1,47	2,88	4,17	4,99	7,12	7,96	10,0
		Sm. odch.	0,50	0,30	0,43	0,38	0,71	0,65	0,44
Ořech	ELS 125	$\Delta E$	0,27	0,46	0,20	-1,43	-0,11	1,54	2,79
		Sm. odch.	1,87	1,33	1,55	2,04	2,25	1,08	1,43
Ořech	Syntetická silnovrstvá lazura	$\Delta E$	1,05	1,19	0,70	1,90	3,07	6,18	9,71
		Sm. odch.	1,23	1,46	0,36	0,70	1,90	1,52	1,35
Smrk	CONTASOL RAKPUR UV/AD-2	$\Delta E$	2,28	3,10	2,65	1,27	2,24	4,25	6,91
		Sm. odch.	0,40	0,50	0,28	0,42	0,54	0,38	0,50
Smrk	Syntetická silnovrstvá lazura	$\Delta E$	4,05	4,22	2,76	3,97	3,26	3,22	6,20
		Sm. odch.	0,36	0,37	0,24	0,25	0,26	0,34	0,58

Po expozici na Lysé hoře vyhověla z hlediska světlostálosti nátěrová hmota CONTASOL RAKPUR UV/AD-3, kterou bylo dokončeno dřevo javoru. Dále pak vyhověla nátěrová hmota ELS 125 na dřevě modřínu, olše a ořechu. Nejvhodnější nátěrová hmota do těchto podmínek se tedy jeví kyselinou tvrditelná nátěrová hmota ELS 125. Nejlépe vyhovující druh dřeva nelze z výsledků stanovit.

Z výsledků po expozici na Marušce je zřejmé, že nejvhodnější nátěrová hmota je CONTASOL RAKPUR UV/AD-1, která vyhověla na dřevě bossé a buk. Dále vyhověla nátěrová hmota CONTASOL RAKPUR UV/AD-0 a 3 na dřevě bossé, nátěrová hmota CONTASOL RAKPUR UV/AD-2 na dřevě javoru a ELS 125 na dřevě ořechu. Nejvhodnějším podkladem se jeví dřevo bossé, které vyhovělo z hlediska světlostálosti po dokončení nátěrovou hmotou CONTASOL RAKPUR UV/AD-0, 1 a 3. Na těchto vzorcích bylo dosaženo obdobných barevných změn.

Z výsledků po expozici v Brně je patrné, že nejvhodnější nátěrová hmota do těchto podmínek je CONTASOL RAKPUR UV/AD-3, která z hlediska

světlostálosti vyhověla na dřevě bossé, javor a olše. Dále vyhověla nátěrová hmota CONTASOL RAKPUR UV/AD-3 na dřevě modřínu a kyselinou tvrditelná nátěrová hmota ELS 125 na dřevě olše. Nejvhodnějším podkladem se jeví dřevo bossé, které vyhovělo z hlediska světlostálosti po dokončení nátěrovou hmotou CONTASOL RAKPUR UV/AD-0, 1 a 3. Stejně jako po expozici na Marušce, došlo na těchto vzorcích jen k minimálním rozdílům změny barvy.

Z výsledků po expozici v Mošnově je patrné, že vhodnými nátěrovými hmotami do těchto podmínek je nátěrová hmota CONTASOL RAKPUR UV/AD-0, která vyhověla na dřevě bossé a modřínu a CONTASOL RAKPUR UV/AD-3, která vyhověla na dřevě bossé a javoru. Dále pak nátěrová hmota ELS 125, která vyhověla na dřevě buku. Jako nejvhodnější podklad do těchto podmínek se jeví dřevo bossé, které vyhovělo po dokončení nátěrovou hmotou CONTASOL RAKPUR UV/AD-0, 1 a 3.

Za okenním sklem byly zkušební vzorky chráněny proti přímému působení deště, nikoli však proti působení vzdušné vlhkosti a mlhy. I za těchto předpokladů nebylo dosaženo výrazně lepších vý-

sledků než v předcházejících případech. Nejvhodnější nátěrovou hmotou do těchto podmínek je nátěrová hmota CONTASOL RAKPUR UV/AD-3, která vyhověla na dřevě bossé a olše. Dále vyhověla nátěrová hmota CONTASOL RAKPUR UV/AD-1 na dřevě bossé, CONTASOL RAK UV/AD-3 a Aqua interior na dřevě olše, CONTASOL RAK UV/AD-2 a ELS 125 na dřevě ořechu.

Po expozici v přístroji Q-SUN Xe-1 bylo dosaženo mnoha vyhovujících výsledků. Jelikož tento přístroj není vybaven tak, aby mohl simulovat déšť, nelze zjištěné výsledky považovat za směrodatné.

Výsledky stanovení světlostálosti zkoušených vzorků nevykazují žádný trend chování. Obecný předpoklad, že vzorek vyhovující po zkoušce v nej-

více zatěžujících podmínkách (Brno – nejdelší doba osvitů a Lysá hora – nejvyšší úhrn srážek a celkově vysoká vzdušná vlhkost) vyhoví i v podmínkách méně nepříznivých, se tímto měřením nepodařilo potvrdit ani vyvrátit.

Je možné usuzovat, že nátěrový systém narušený působením mlhy snadněji podléhá působení menší dávky agresivnějšího záření.

Při stanovení světlostálosti dosáhlo nejlepších výsledků dřevo bossé, které po dokončení nátěrovou hmotou s vhodnou pojivovou bází (polyuretan) při zatížení běžnými klimatickými podmínkami ČR vyhovělo zkoušce i bez obsahu chemicky vázaného UV absorbéru.

## SOUHRN

Vytvořit nátěrový systém, který by poskytoval dřevu skutečně účinnou a dlouhodobou ochranu, je velice složitý a náročný proces. Zkoušení světlostálosti nátěrových hmot s obsahem chemicky vázaného UV stabilizátoru je vhodné provádět přirozeným ozařováním na slunci, a to od května do září, kdy je intenzita slunečního záření nejvyšší. Značný vliv na zkoušení má nadmořská výška zkušebního místa, lokální podmínky, sezonní výkyvy, orientace vzorku, proměnlivost vlastností zkoušených materiálů, úhel dopadu slunečního záření a světová strana, na kterou jsou stojany se vzorky orientovány.

V současné době je přirozené ozařování nahrazováno zrychleným testováním v laboratorních přístrojích, které přirozené podmínky simulují. Simulované podmínky mohou být přesně nastaveny a kontrolovány obsluhou. Bez ohledu na to, jak pečlivě jsou nastaveny podmínky laboratorní a venkovní, vystavení je vždy různé – jedno je kontrolované, druhé je nepředvídatelné. Ne všechny faktory zvětrávání mohou být opětovně vytvořeny v zařízení užívaném pro zrychlené testy. V přírodě existují cyklické podmínky, které mohou být laboratorními zkouškami blízce napodobeny, ale nemohou se jim rovnat. Nejvíce obvyklou metodou je vždy použití venkovního vystavení povětrnostním vlivům k ověření zrychleného testování. Bez tohoto ověření jsou výsledky zrychleného testování pouhými odhady. K experimentu byl použit simulační přístroj Q-SUN Xe-1. Jelikož v tomto přístroji nedochází k působení vlhkosti, která je významnou složkou atmosférické koroze, nelze výsledky tohoto testování brát jako směrodatné.

Výsledky stanovení světlostálosti zkoušených vzorků nevykazují žádný trend chování. Obecný předpoklad, že vzorek vyhovující po zkoušce v nejvíce zatěžujících podmínkách (Brno – nejdelší doba osvitů a Lysá hora – nejvyšší úhrn srážek a celkově vysoká vzdušná vlhkost) vyhoví i v podmínkách méně nepříznivých se tímto měřením nepodařilo potvrdit ani vyvrátit. Je možné usuzovat, že nátěrový systém narušený působením mlhy snadněji podléhá působení menší dávky agresivnějšího záření.

světlostálost, dřevo, nátěrová hmota, spektrofotometr, UV stabilizátor

## SUMMARY

It is very difficult to create a varnish system, which would provide really effective and long-term protection for wooden materials. The finishing materials contain chemically binded UV stabilizator. The best time to test their light stability is from May till September, when the solar radiation intensity is the highest. The testing is influenced by many factors, such as the altitude of a testing place, local conditions, seasonal variations, the orientation of samples, variable properties of tested materials, the incidence angle of solar radiation and the orientation of pedestals with samples to a particular point of the compass.

Nowadays, the natural radiation is substituted by accelerated testing in the laboratory apparatuses, which simulate natural conditions. The simulated conditions can be exactly setted up and checked by personnel. No matter how carefully the conditions are setted up, the laboratory and outdoor exposures are always different – one is controlled, the other is unpredictable. Not all weathering factors can be re-created in the apparatuses used for accelerated tests. The laboratory tests can closely simulate the cyclic conditions in the nature, but they can never be equal to them.

The best practice is to always use the outdoor weathering to verify accelerated testing. Without this verification, results and predictions from accelerated tests are just „guesses“ (very rough). The apparatus Q-SUN Xe-1 has been used in the experiments. This machine does not simulate the effect of humidity, which is an important component of the atmospheric corrosion. Thus, it is not possible to consider the results from this machine as conclusive.

The results, determining the light stability of tested samples, don't demonstrate any behaviour trend. It was not possible to either confirm or refute the general presumption, that the sample with satisfactory results in the most encumbering conditions (Brno – the longest exposure time and Lysá hora – the highest total rainfall and generally high air humidity) will comply also in less unfavourable conditions. It is possible to presume, that the paint system impaired by fog can be sensitive to lower dose of more aggressive radiation.

#### Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Interní grantové agentuře Mendelovy univerzity v Brně za poskytnuté finanční prostředky, díky kterým mohla být tato práce realizována. Dále bych chtěl poděkovat doc. Ing. Daniele Tesařové, Ph.D. za odborné vedení a Bc. Věře Fleišmannové za pomoc při měření a zpracovávání výsledků.

#### LITERATURA

- CREWDSON, M. L., KETOLA, W. D., 2009: Best practices in weathering. *European Coating Journal*. 2009, no. 04/2009, s. 116–121.
- POLÁŠEK, J., 2003: Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav – část II. Nábytek, 1. vyd. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
- ISO 2810: Paints and varnishes – Natural weathering of coatings – Exposure and assessment, 2004.
- ASTM E 308–01: Standard Practice for Computing the Colors of Objects by Using.
- REINPRECHT, L., 2001: Procesy degradácie dreva. Zvolen, TU vo Zvolene, 150 s.
- KALEDOVÁ, A., 2004: Technologie výroby nátěrových hmot I. Pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot, 1. vyd. Pardubice, Univerzita Pardubice, 328 s.
- SARATY, J., 2006: Fifth Woodcoatings Congress Enhancing Service Life. PRA Coatings Technology Centre, 14 Castle Mews, High Street Hampton, Middlesex TW12 2NP, UK : Pra Coating Technology Centre. 450 s. 1. ISBN 978-0-9551317-4-5.
- PEREZ, R., DOMINGUEZ, N., JUAN, F., MILLÁ, L., 2008: Clear varnishing systems for thermal treated non high durable wood intended for exterior use. Sixth Woodcoatings Congress. PRA Coatings Technology Centre, 14 Castle Mews, High Street Hampton, Middlesex TW12 2NP, UK : Pra Coating Technology Centre. 439 s. 1. ISBN 978-0-9551317-5-2.
- EMMLER, R., KLEBER, D., SCHWEITZER, K., 2008: Powder coating of wood plastic composites. Sixth Woodcoatings Congress. PRA Coatings Technology Centre, 14 Castle Mews, High Street Hampton, Middlesex TW12 2NP, UK : Pra Coating Technology Centre. 439 s. 1. ISBN 978-0-9551317-5-2.
- SCHALLER, CH., ROGEZ, D., 2008: New concepts for light stabilization of coloured wood. Sixth Woodcoatings Congress. PRA Coatings Technology Centre, 14 Castle Mews, High Street Hampton, Middlesex TW12 2NP, UK : Pra Coating Technology Centre. 439 s. 1. ISBN 978-0-9551317-5-2.
- FRIEBEL, S., PHILIPP, C., ESCHING, C., BAUMANN, U., 2008: White biotechnology for the wood coatings industry. Sixth Woodcoatings Congress. PRA Coatings Technology Centre, 14 Castle Mews, High Street Hampton, Middlesex TW12 2NP, UK: Pra Coating Technology Centre. 439 s. 1. ISBN 978-0-9551317-5-2.

#### Seznam zkratk

BK – buk  
DB – dub  
JV – javor  
MD – modřín  
OL – olše

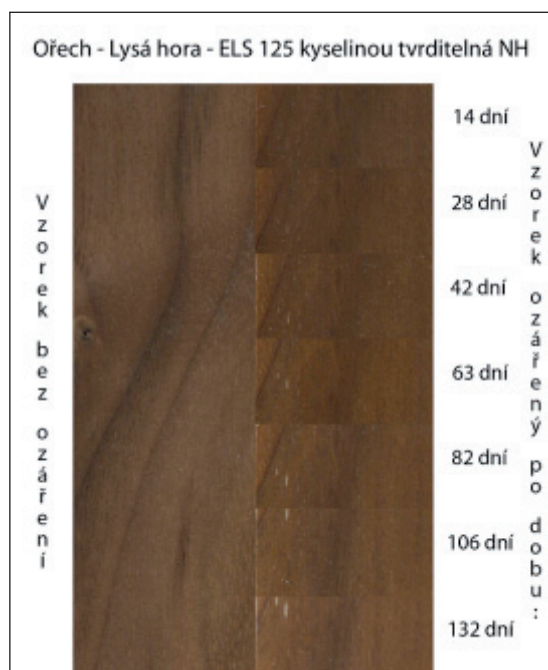
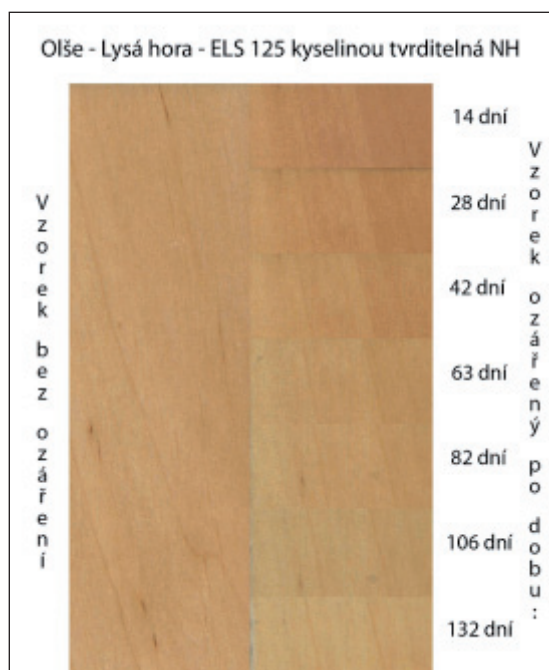
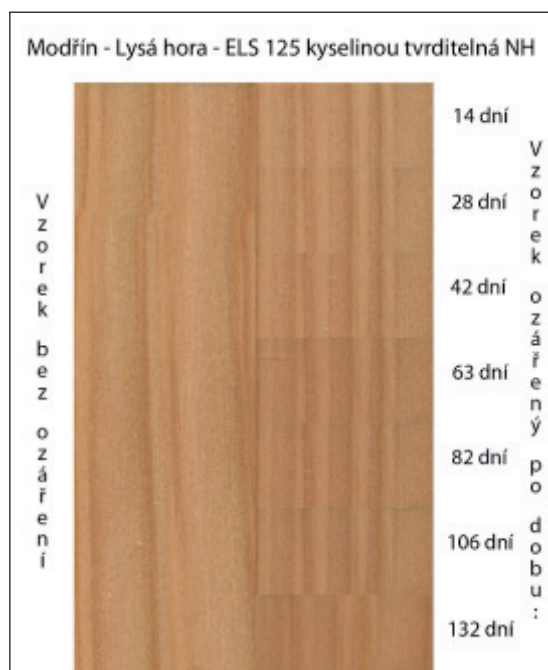
OR – ořech  
SM – smrk  
UV – ultrafialové záření  
Sm. odch. – směrodatná odchylka

#### Adresa

Ing. Vratislav Závada, Ústav nábytku, designu a bydlení, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: xzavada0@node.mendelu.cz

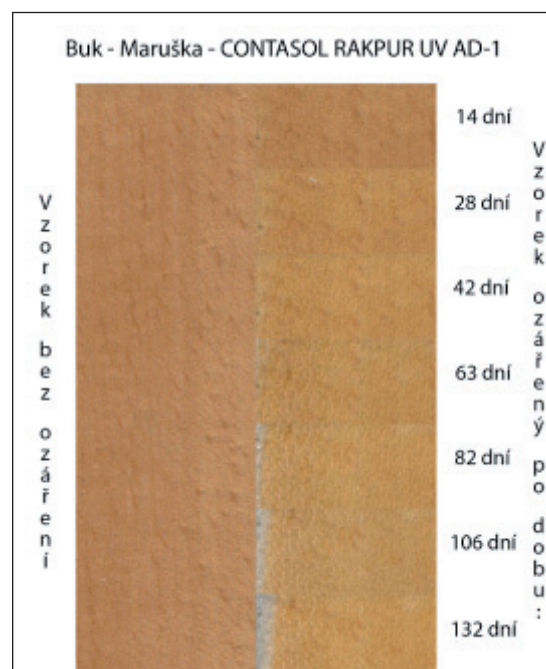
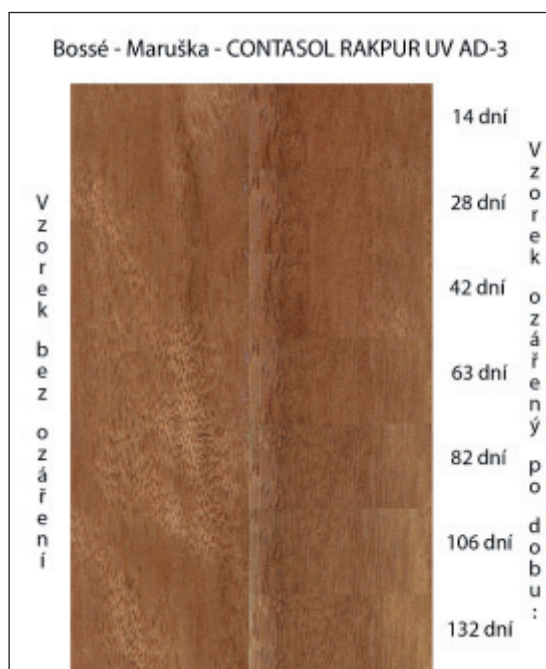
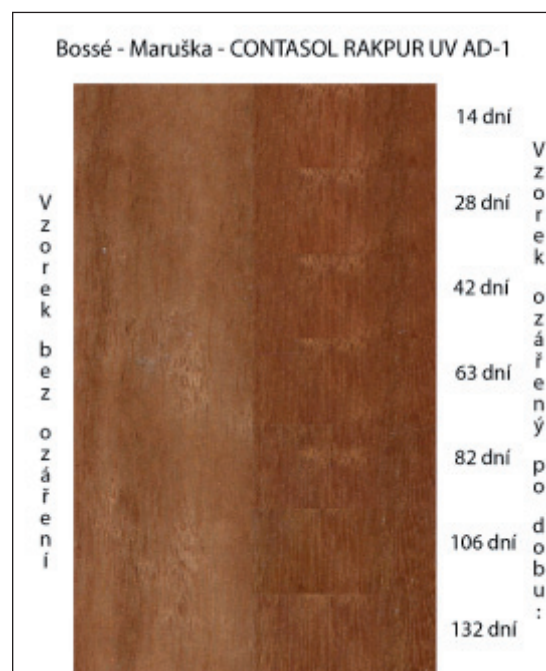
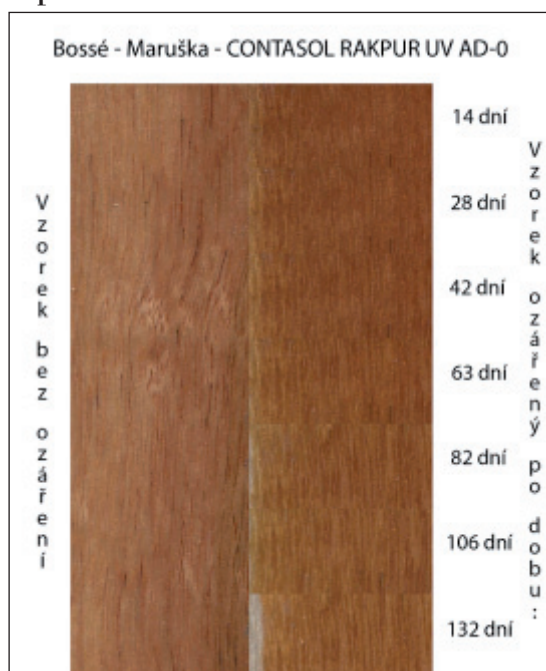
## PŘÍLOHA

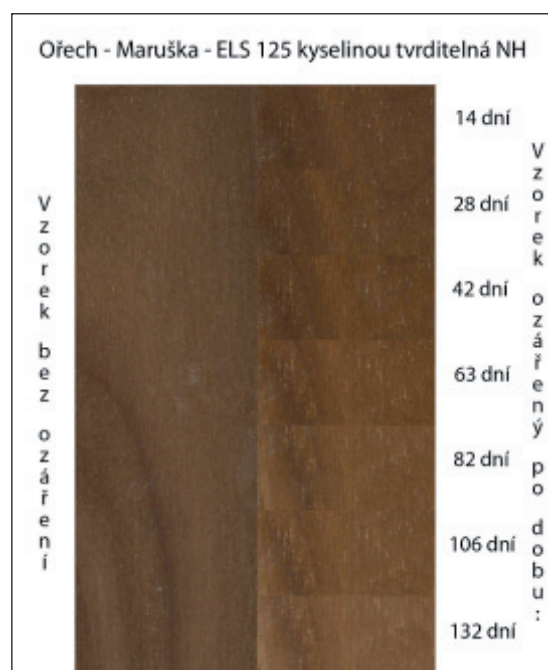
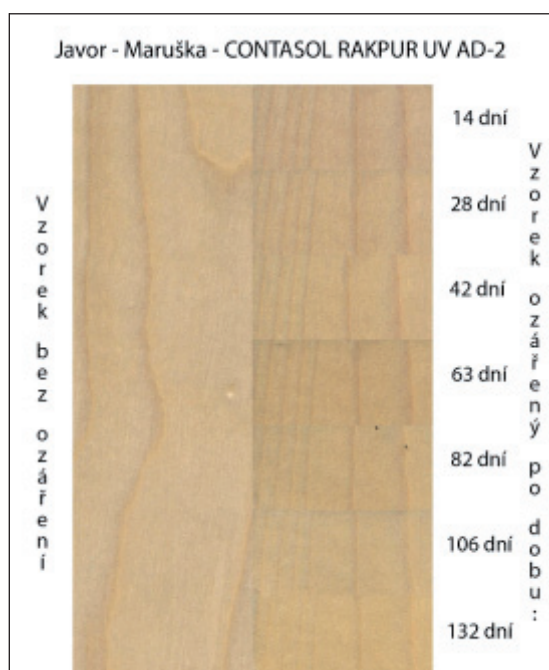
## Expozice Lysá hora



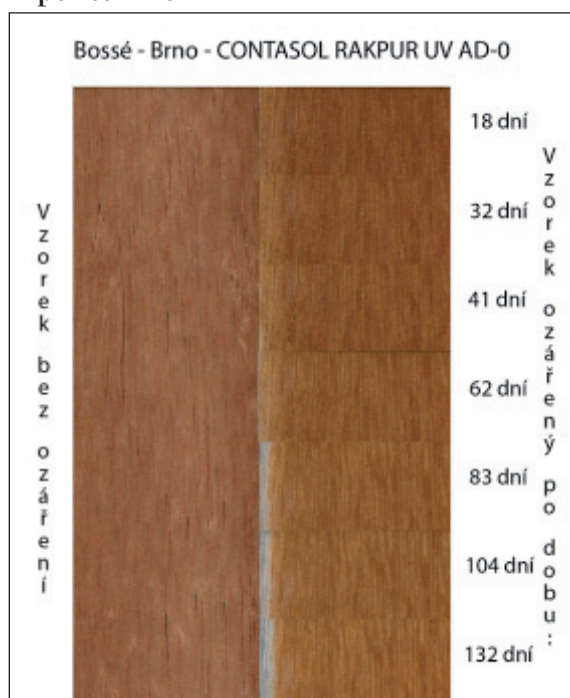


## Expozice Maruška

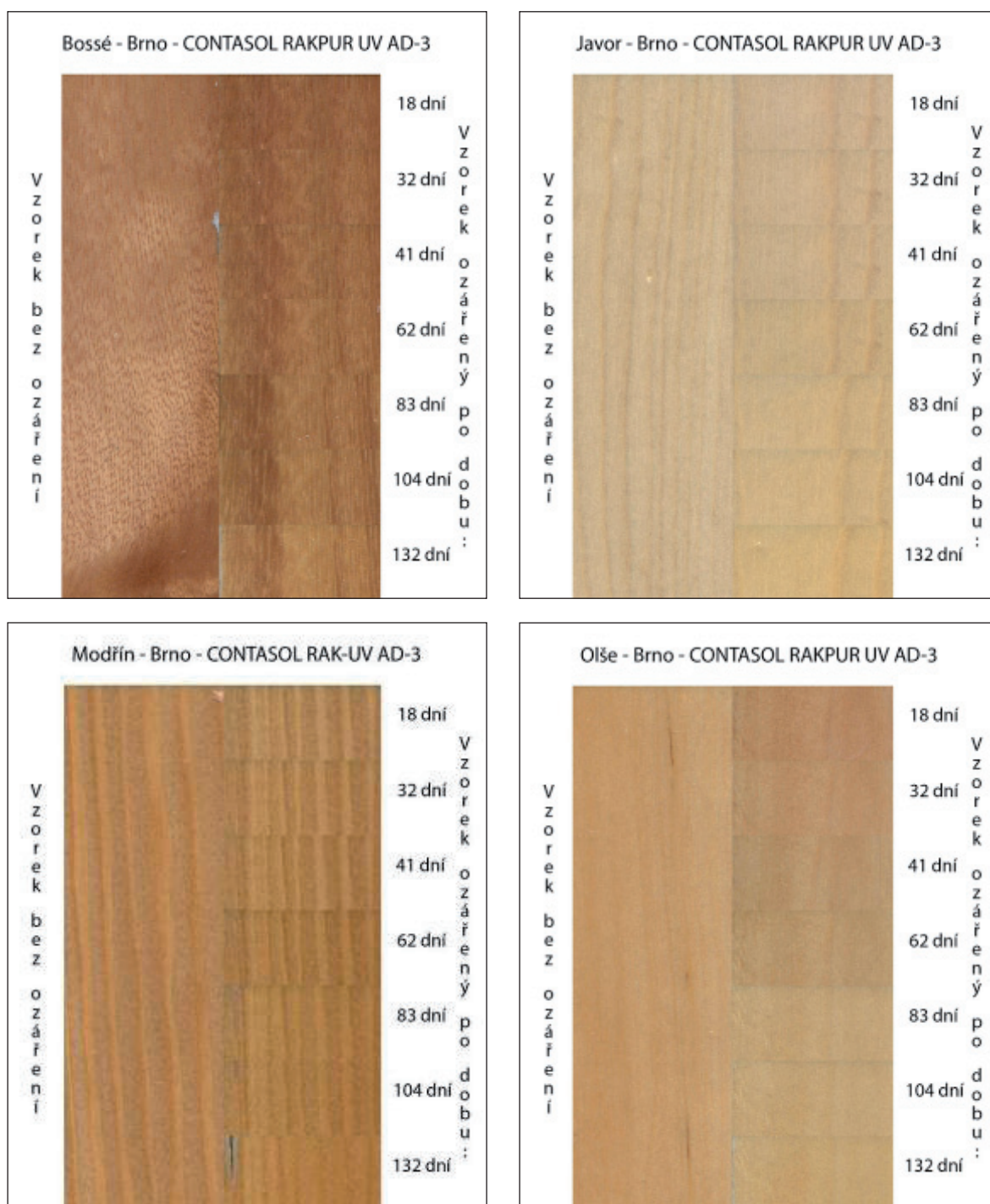


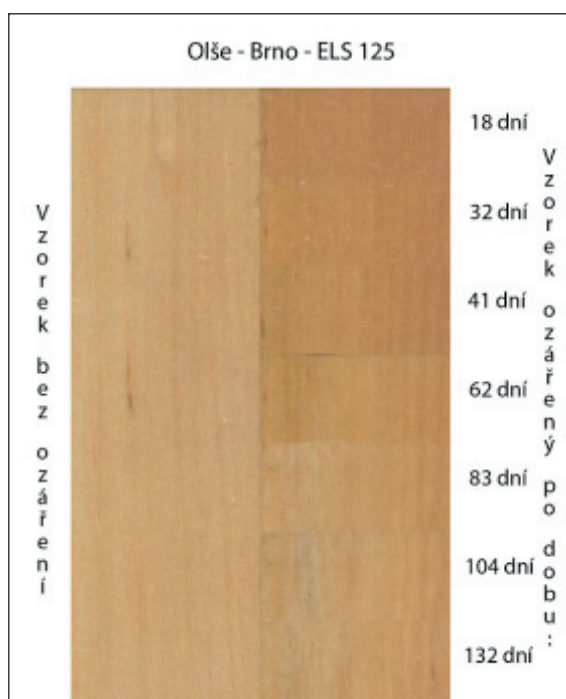


### Expozice Brno

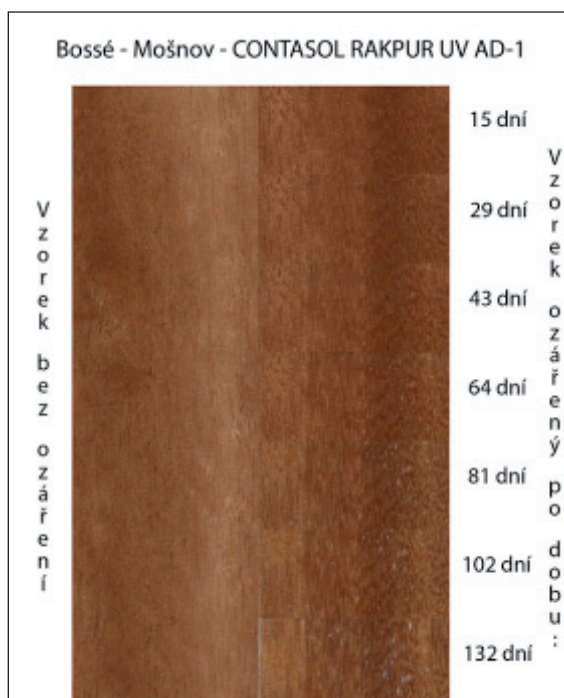
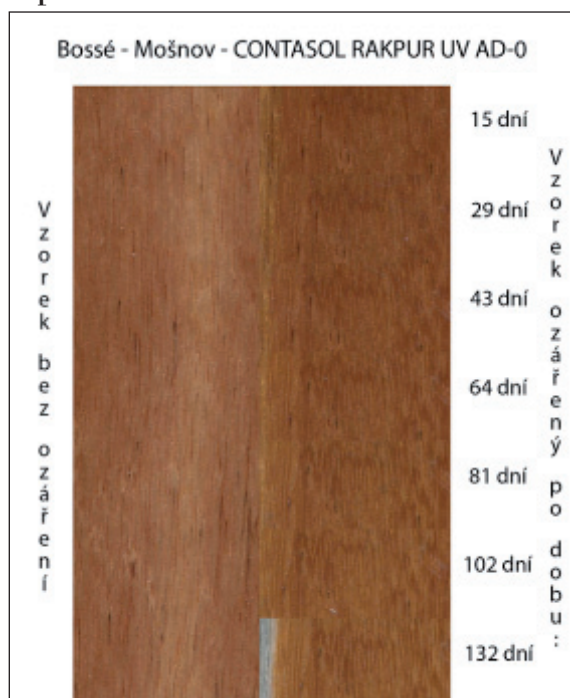


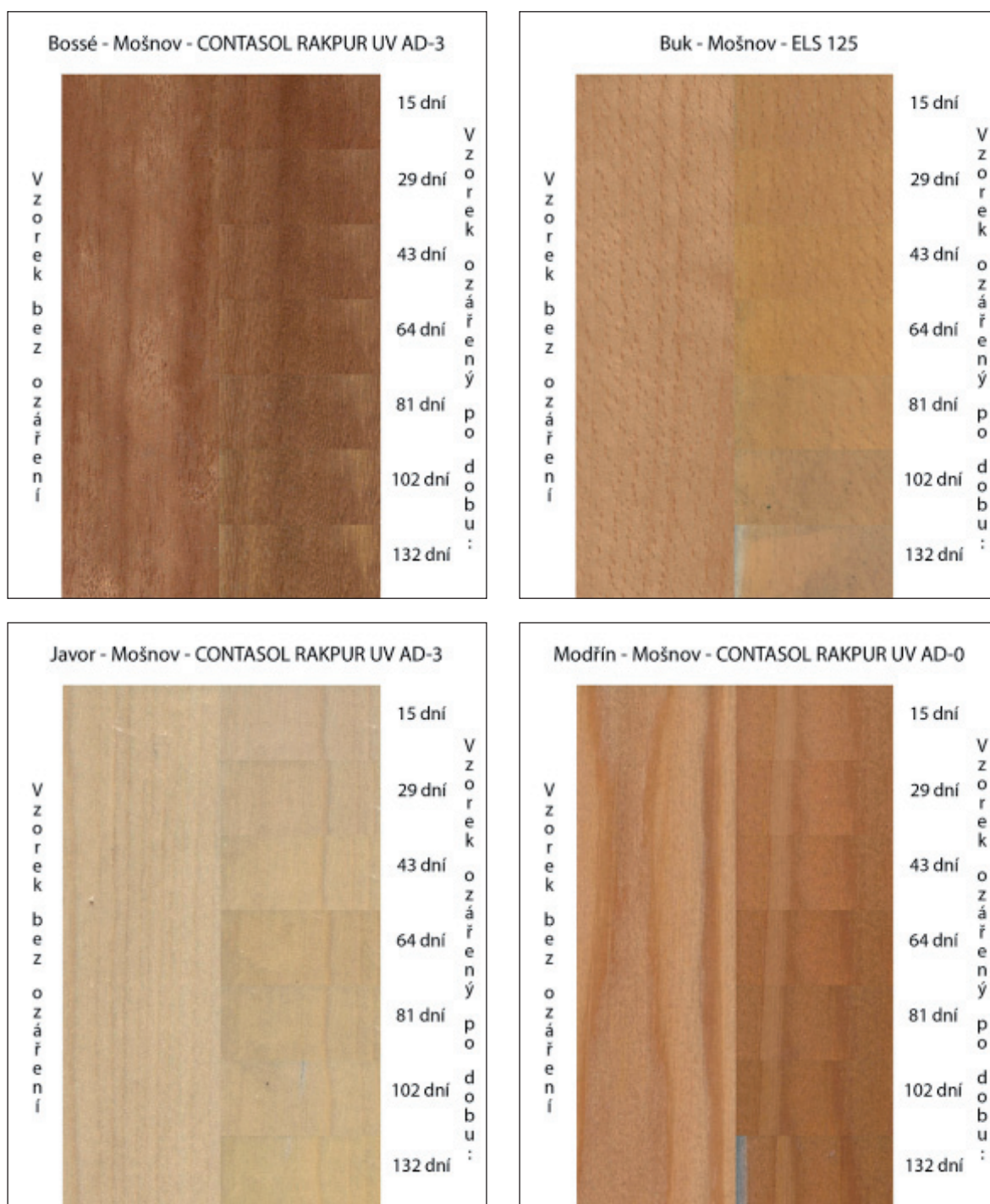






### Expozice Mošnov







## Expozice za sklem

