

..... Jirouš-Rajković, Mihulja, Horvat: Promjene boje lakirane trešnjevine i javorovine...

Vlatka Jirouš-Rajković¹, Goran Mihulja¹, Božidar Horvat²

Promjene boje lakirane trešnjevine i javorovine u interijeru

Discolouration of coated cherry wood and maple wood surface in indoor use

Izvorni znanstveni rad • Original scientific paper

Prispjelo - received: 6. 2. 2006.

Prihvaćeno - accepted: 14. 7. 2006.

UDK: 630*812.11; 630*829.1; 630*829.4

SAŽETAK • Drvo je materijal koji se mnogo upotrebljava u interijeru ponajprije zbog svojih estetskih svojstava: boje i teksture. Nažalost, drvo je fotokemijski nestabilan supstrat koji mijenja boju čak i u interijeru pod utjecajem difuzne svjetlosti, što je rezultat fotooksidacije lignina. Prozirne prevlake koje ističu prirodnu ljepotu drva ne mogu dobro štiti drvo od promjene boje ukoliko nisu modificirane odgovarajućom vrstom i količinom svjetlosnih stabilizatora. U ovom radu željeli smo ustanoviti koliko se mijenja boja lakiranog drva trešnjevine i javorovine u interijeru pri realnom izlaganju svjetlosti koja prolazi kroz prozorsko staklo i pridonosi li zaštitna folija koja ne propušta ultraljubičastu svjetlost dodatnoj zaštiti lakiranih uzoraka od diskoloracije. Ustanovili smo da dva upotrijebljena laka daju sasvim različite rezultate na trešnjevine i javorovini i da je dvokomponentni PU lak bolji za zaštitu trešnjevine, a da jednokomponentni vodeni PU lak daje mnogo bolje rezultate na javorovini.

Zaštitna folija koja ne propušta ultraljubičasto zračenje smanjila je diskoloraciju uzoraka lakiranih dvokomponentnim PU lakom, posebno na javorovini.

Ključne riječi: boja drva, interijeri, promjena boje lakiranog drva, prozirne prevlake, zaštita drva i laka od svjetlosti

SUMMARY • Wood is a material that is widely used indoors because of its natural features: colour and texture. Unfortunately wood is photochemically unstable substrate, which changes colour even in indoor diffuse light conditions as a result of lignin photooxidation. Clear coatings, which enhance the natural beauty of wood, offer limited protection to wood regards to discolouration, unless they are stabilised by appropriate types and amounts of light stabilizers. In this paper, we wanted to establish colour change on cherry wood and on maple wood coated with commercial transparent coatings for parquetry and furniture during natural exposure to daylight filtered through window glass, as well as to establish if the protective foil, which does not transmit UV light, could contribute to colour protection of coated wood.

It has been established that two coatings achieve different results on cherry wood and on maple wood. Two-pack polyurethane coating proved favourable on cherry wood, while one-pack polyurethane waterborne coating proved favourable on maple wood.

The protective foil, which does not transmit UV light contributed to colour protection of wood coated with two-pack polyurethane coating, especially on maple wood.

Key words: wood colour, interior, discolouration of coated wood, clear coatings, photoprotection of wood and coating

¹ Autori su redom izvanredna profesorica i asistent na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te ²diplomirani inženjer drvne tehnologije zaposlen u tvrtki Hespo d.o.o.

¹ The authors are associate professor and assistant at the Faculty of Forestry, Zagreb and ²engineer of wood technology (BSc), Hespo d.o.o.

1. UVOD

1 INTRODUCTION

Boja drva je estetsko svojstvo koje je neizmjenjivo važno za primjenu drva u dekorativne svrhe. Odavno je, međutim poznato da se boja drva mijenja pod utjecajem svjetlosti i uz prisutnost kisika (Leary, 1967; Leary, 1968; Sandermann i Schlumbom, 1962; Schlumbom, 1963; Ljuljka, 1971). Na promjenu boje osobito su osjetljive svjetlije vrste drva. Općenito se smatra da svjetlije vrste drva tamne, odnosno žute i smeđe, a vrste intenzivnije boje postaju svjetlije zbog kemijske razgradnje lignina (fotooksidacije) i ekstraktivnih tvari drva. To rezultira novim, možda čak dekorativnijim tonovima pojedinih vrsta drva, ali i neravnomjernim razlikama u boji kada su pojedini dijelovi namještaja ili drvenih podova zasjenjeni, a neke plohe izravno izložene Sunčevoj svjetlosti koja prolazi kroz prozorsko staklo (Jirouš - Rajković i Turkulin, 2003).

Drvo na otvorenome mnogo brže i znatnije mijenja boju nego u interijeru jer dio ultraljubičaste svjetlosti (skraćeno UV, prema ultravioletnom), koja najviše utječe na primarne fotooksidacijske procese, apsorbira staklo i ona ne dopire do drva. Osim toga, trajanje osvjetljavanja je kraće i kutovi osvjetljavanja su različiti. Obično prozorsko staklo filtrira valne duljine manje od 310 nm (Brennan i Fedor, 1987). Da bi se istaknula prirodna boja i tekstura drva, za interijere su posebno zanimljive transparentne prevlake. Međutim, većina njih je osjetljiva na svjetlost, a osim toga, UV svjetlost može prodirati kroz njih i potaknuti fotokemijsku reakciju na površini drva, što vodi diskoloraciji površine. Djelotvorna zaštita od svjetlosti podrazumijeva uporabu laka za drvo s tako odabranim UV apsorberom koji će štititi podlogu od UV svjetlosti i spriječiti fotokemijsku razgradnju veziva laka i fotokemijsku razgradnju površine drva (Böhnke i Hess, 1989; Rogez, 2000; Hayoz i dr., 2003).

Problemu promjene boje lakiranoga drva u interijeru ne pridaje se dovoljno pozornosti sve dok kupac ne reklamira proizvod. Najčešće komercijalnim prekrivnim materijalima (lakovima i lazurama) koji se primjenjuju u interijeru nisu ni dodani UV apsorberi ili su dodane nedostatne količine (Jirouš-Rajković i dr., 2003). Osim toga, ne postoji normirana metoda kojom

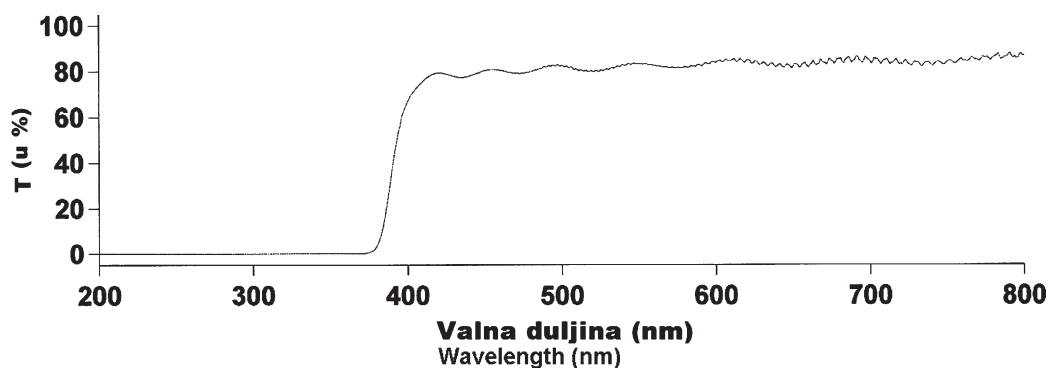
bi se ispitala svjetlootpornost sustava lak-drvo u interijeru. Jirouš-Rajković i dr. (2003) ispitivali su otpornost prema svjetlosti nekih komercijalnih vrsta drva u interijeru metodom ubrzanog izlaganja u QUV uređaju, koristeći se UVA-351 fluorescentnim svjetiljkama kojima su simulirali svjetlost što prolazi kroz prozorsko staklo. Ustanovili su da se već nakon 24 sata izlaganja pojavljuju znatnije promjene boje lakiranih i nelakiranih uzoraka, posebno na javorovini i jasenovini. Ovim radom željeli smo ustanoviti što se događa s lakiranim uzorcima javorovine i trešnjevine pri realnom izlaganju dnevnoj svjetlosti filtriranoj staklom te potaknuti razvoj metoda za ispitivanje otpornosti sustava lak-drvo u interijeru prema svjetlosti. Metode realnih izlaganja vremenskim utjecajima i izlaganja dnevnoj svjetlosti filtriranoj staklom za drvo ne postoje, a za plastiku ih propisuje DIN ISO 877.

2. MATERIJAL I METODE

2 MATERIAL AND METHODS

U ovom su istraživanju upotrijebljeni uzorci trešnjevine i javorovine dimenzija 14 x 70 x 300 mm, bez grešaka, pretežno radijalne teksture i ujednačene boje. Površina uzoraka izblanjana je i ručno izbrušena brusnim papirom granulacije 180 uzdužno na vlakanca. Uzorci su lakirani dvjema vrstama komercijalnih lakova koji se rabe za lakiranje parketa i namještaja. Prvi je lak konvencionalni PU dvokomponentni lak s organskim otapalima, a drugi je lak jednokomponentni PU vodeni lak. Lak je nanesen ručno, kistom, u tri sloja, svaki po 100 g/m² uz međubrušenje između slojeva brusnim papirom granulacije 180. Za svaku vrstu laka odabrana su po tri uzorka ujednačene boje.

Svaki je lakirani uzorak nakon sušenja i kondicioniranja podijeljen napola. Jedna je polovica prekrivena transparentnom zaštitnom folijom nepropusnom za ultraljubičastu svjetlost. Folija je proizvod tvrtke Bruxsafol i služi za zaštitu prozora od ultraljubičastog zračenja. Debljina joj je 70 μm, a UV-VIS transmittancija folije prikazana je na slici 1. Budući da ta folija ne propušta ultraljubičastu svjetlost manju od 380 nm, željeli smo ustanoviti hoće li promjena boje na lakiranim uzorcima, dodatno zaštićenima tom folijom, biti manja.



Slika 1. Transmitancija zaštitne folije
Figure 1 Transmission curve of protective foil

Lakirani su uzorci u vodoravnom položaju složeni jedan do drugoga na nosač širine 300 mm, učvršćen na unutrašnju prozorsku klupčicu. Prozor kroz koji je svjetlost padala na uzorke orijentiran je prema jugu, nije zaklonjen raslinjem i ima dvostruko ostakljenje debljine 3 mm. Uzorke smo tijekom pokusa okretali kako bismo osigurali približno ujednačeno osvjetljavanje svih uzoraka. Izlaganje je trajalo 15 tjedana, počevši od 5. srpnja 2004.

Boja uzoraka mjerena je prijenosnim spektralnim fotometrom Microflash 100d tvrtke DATACOLOR (mjerna geometrija d/8, vidno polje 10°, izvor svjetlosti D₆₅) uvijek na istim mjestima na uzorku koji je nakon obavljenog mjerenja vraćen na daljnje izlaganje. Na dijelu uzorka prekrivenog zaštitnom UV - folijom boja je mjerena na šest mjesta, a na drugoj polovici uzorka, koji nije bio prekriven folijom, boja je također mjerena na šest mjesta. Rezultati mjerenja prikazani su u CIE L* a* b* sustavu boja, u kojemu os L predočuje svjetlinu (L* ima vrijednost 0 za idealno crno, a vrijednost 100 za idealno bijelo), a* i b* su koordinate kromatičnosti (+a* za crveno, -a* za zeleno, +b* za žuto, -b* za plavo).

Kad se dvije boje procijene koordinatama L*, a*, b*, oduzimanjem odgovarajućih parova koordinata mogu se dobiti tri razlike: ΔL*, Δa*, Δb*. Ovisno o tome jesu li razlike pozitivne ili negativne, mogu se izvesti sljedeći kvalitativni zaključci (Jirouš-Rajković i Ljuljka, 1999).

Razlika	Značenje razlike	
	pozitivne	negativne
ΔL*	svjetlije	tamnije
Δa*	crvenije	zelenije
Δb*	žučće	plavlje

Ukupna razlika u boji ΔE*_{ab} izračunana je na osnovi koordinata boje uzoraka nakon realnog izlaga-

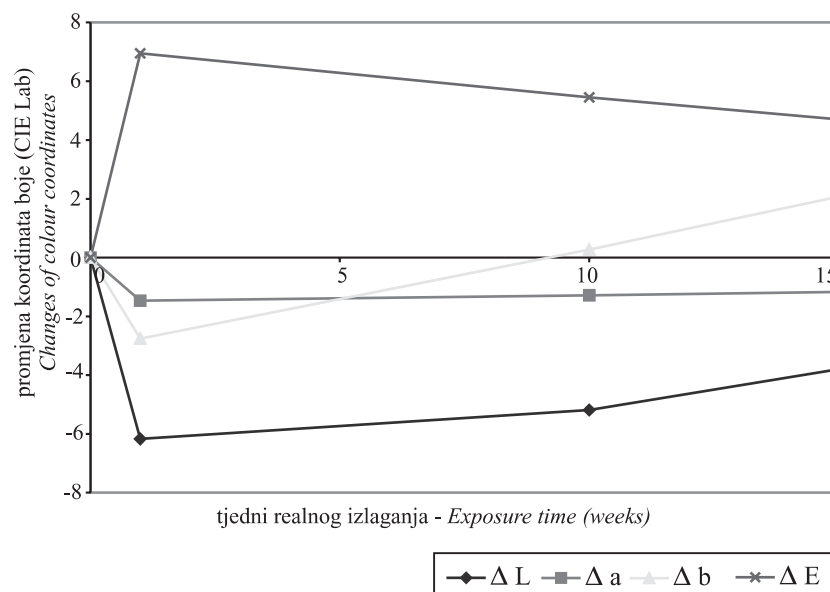
nja u odnosu prema koordinatama početne boje uzorka prema formuli:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}.$$

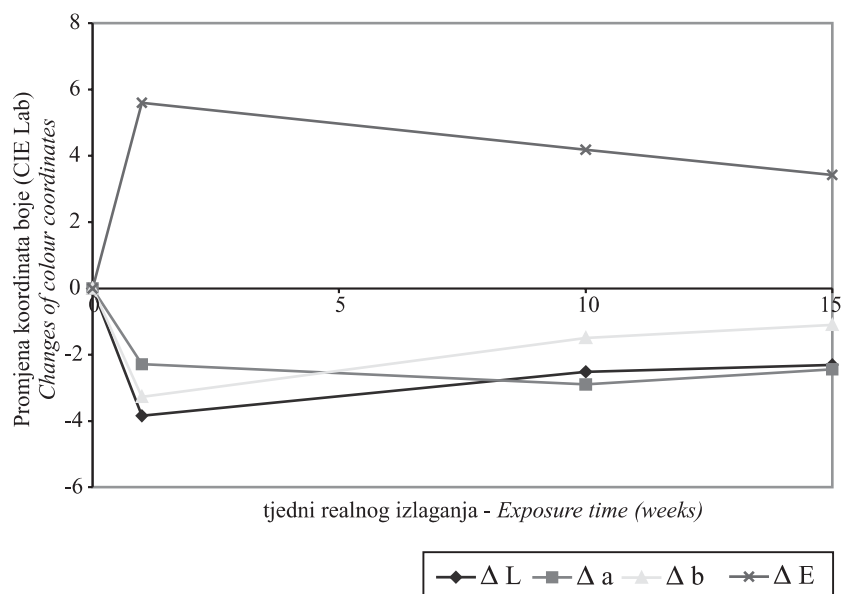
Promjena boje mjerena je nakon jednog tjedna, 10 tjedana i 15 tjedana realnog izlaganja.

3. REZULTATI I DISKUSIJA 3 RESULTS AND DISCUSSION

Dva ispitivana laka na uzorcima trešnjevine i javorovine pokazala su u interijeru sasvim različite rezultate otpornosti prema svjetlosti. Već nakon tjedan dana izlaganja u interijeru izmjerena je promjena boje na svim lakiranim uzorcima bila veća od 3 jedinice ΔE, što je limitirajuća vrijednost koja se može opaziti prostim okom (Hon i Minemura, 1991). Hon i Feist (1986) navode da je promjena boje veća od 3 ΔE jedinice u industrijskoj primjeni neprihvatljiva. Promjene koordinata boje tijekom 15 - tjednog realnog izlaganja u interijeru predočene su na slikama 2. do 9. Pogledamo li promjene pojedinih koordinata boje, uočićemo da se na lakiranim uzorcima najviše mijenjala koordinata svjetline. Na uzorcima trešnjevine lakiranim dvokomponentnim PU lakom nakon tjedan dana realnog izlaganja izmjerena je ukupna promjena boje od ΔE = 6,95 koja se nakon 15 tjedana smanjila na 4,70. Promjene svjetline L i koordinata a i b prikazane su na slici 2. Dodatna zaštita uzorka zaštitnom folijom koja ne propušta ultraljubičastu svjetlost malo je pridonijela zaštiti uzoraka od diskoloracije (sl. 3). Nakon tjedan dana izlaganja na uzorcima zaštićenima folijom ukupna je razlika u boji ΔE iznosila 5,60 a nakon 15 tjedana izlaganja 3,42. Uzorci trešnjevine obrađeni jednokomponentnim vodenim PU lakom tijekom realnog izlaganja postajali su svjetliji, da bi nakon 15 tjedana izlaganja ukupna razlika u boji u usporedbi s početnom bojom lakiranih uzoraka iznosila 9,33 (sl. 4), što je više nego na uzorcima

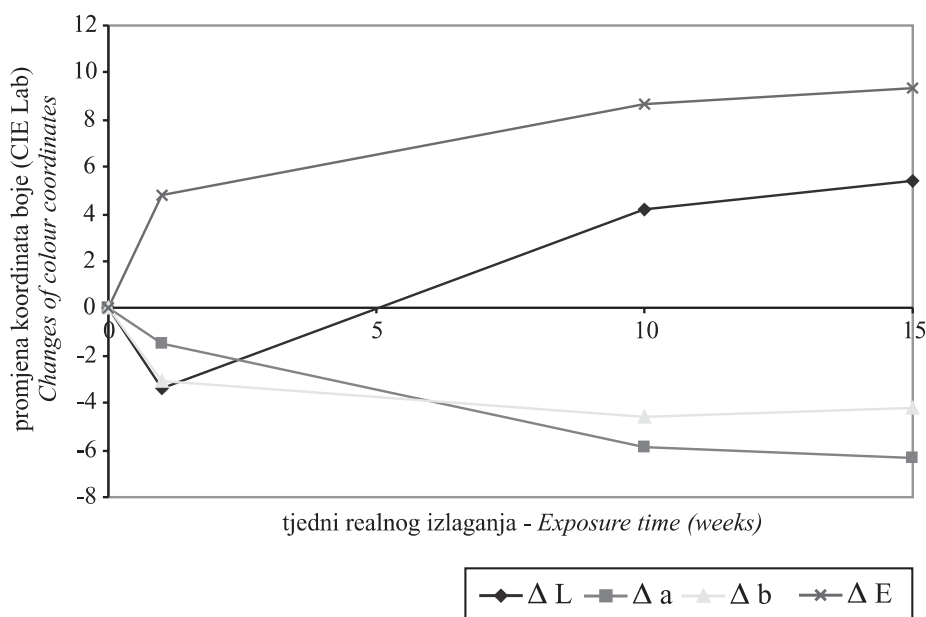


Slika 2. Promjena boje trešnjevine lakirane dvokomponentnim PU lakom
Figure 2 Colour changes of cherry wood coated with the two-pack polyurethane coating



Slika 3. Promjena boje trešnjevine lakirane dvokomponentnim PU lakom i prekrivene zaštitnom folijom

Figure 3 Colour changes of cherry wood coated with the two-pack polyurethane coating and covered with a protective foil



Slika 4. Promjena boje trešnjevine lakirane jednokomponentnim vodenim lakom

Figure 4 Colour changes of cherry wood coated with the one-component waterborne coating

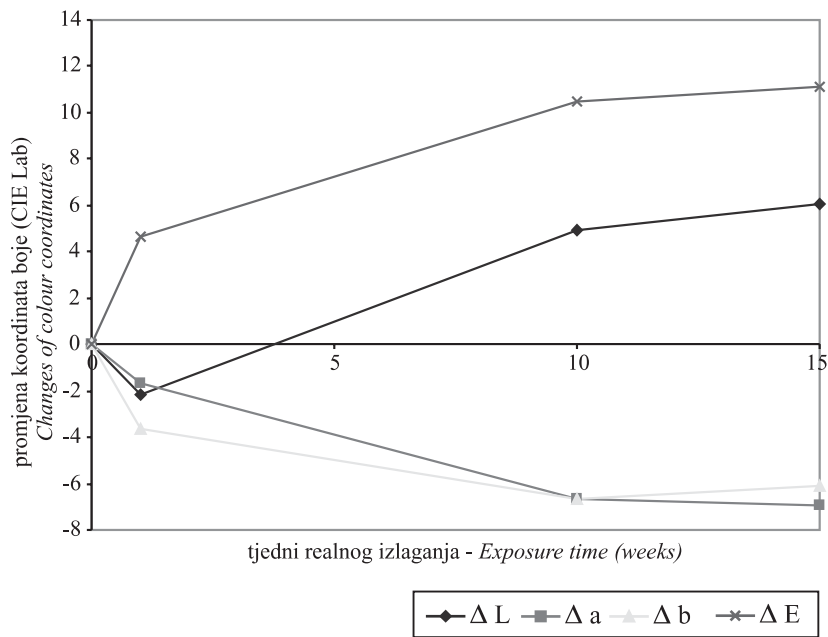
lakiranim dvokomponentnim PU lakom. Dodatna zaštita uzoraka zaštitnom folijom nije pridonijela zaštiti od diskoloracije. Naprotiv, ukupna je promjena boje na uzorcima dodatno zaštićenima folijom bila veća (sl. 5).

Na uzorcima javorovine lakiranim dvokomponentnim PU lakom nakon 15 tjedana realnog izlaganja u interijeru izmjerena je ukupna promjena boje od $\Delta E = 18,90$ (sl. 6). Dodatna zaštita lakiranog uzorka zaštitnom folijom koja ne propušta ultraljubičastu svjetlost smanjila je promjenu boje nakon 15 tjedana na $\Delta E = 5,82$ (sl. 7).

Uzorci lakirani jednokomponentnim vodenim PU lakom nakon 15 tjedana realnog izlaganja promijenili su boju za manje od 4 ($\Delta E = 3,90$, sl. 8) i ta je promjena

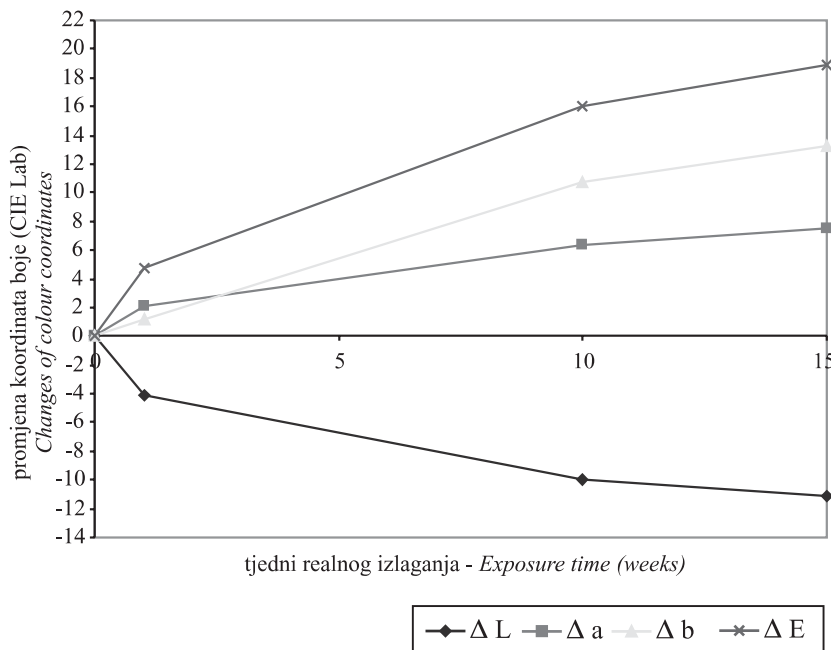
manja nego na uzorcima koji su još dodatno bili zaštićeni folijom (sl. 9).

Na osnovi tih rezultata možemo zaključiti da je upotrijebljeni jednokomponentni vodeni PU lak dobar za zaštitu javorovine od diskoloracije u interijeru i da dodatna zaštita od ultraljubičaste svjetlosti neće poboljšati učinak zaštite od diskoloracije. Isti lak na trešnjevine tijekom izlaganja postaje svjetliji i dodatna zaštita od ultraljubičastog zračenja ne poboljšava njegov učinak. Za lakiranje trešnjevine pokazao se boljim dvokomponentni PU lak koji se još vjerojatno može dodatno zaštititi od ultraljubičaste svjetlosti UV apsorberima ili se diskoloracija lakiranih površina može smanjiti lijepljenjem zaštitne folije na staklo. Pri primjeni tog



Slika 5. Promjena boje trešnjevine lakirane jednokomponentnim vodenim lakom i prekrivene zaštitnom folijom

Figure 5 Colour changes of cherry wood coated with the one-component waterborne coating and covered with a protective foil



Slika 6. Promjena boje javorovine lakirane dvokomponentnim PU lakom

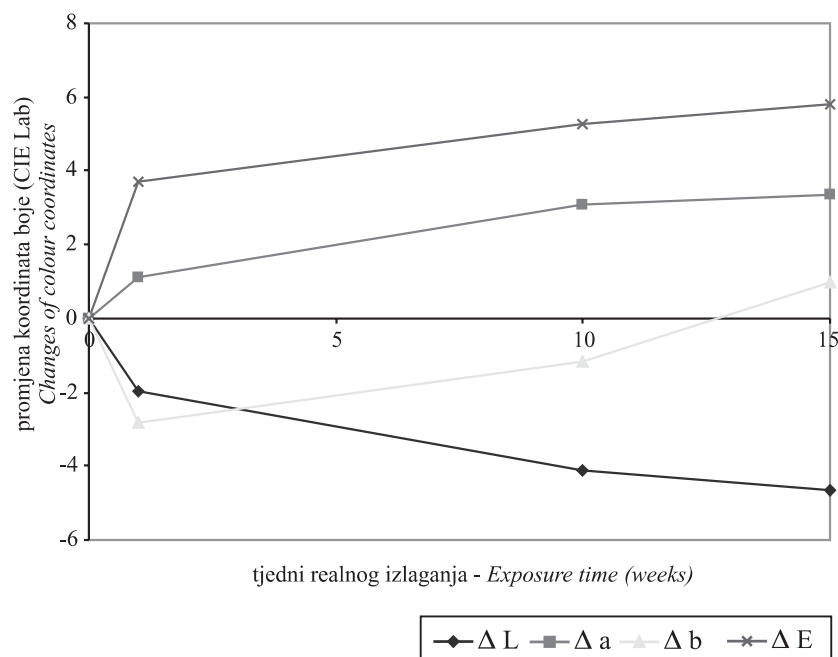
Figure 6 Colour changes of maple wood coated with the two-pack polyurethane coating

laka na javorovini možemo računati na velike vrijednosti promjene boje koje bi se mogle smanjiti primjenom zaštitne folije koja štiti od ultraljubičastog zračenja ili bi za primjenu tog laka na javorovini proizvođač obavezno morao laku dodati odgovarajuće UV apsorbere.

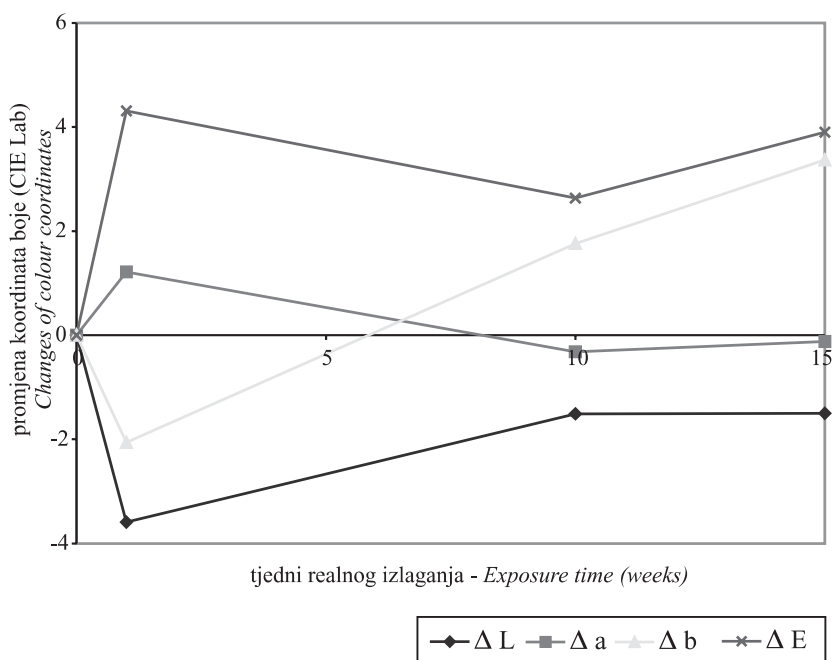
4. ZAKLJUČAK 4 CONCLUSION

Uzorci trešnjevine i javorovine lakirani istim lakom pokazali su sasvim različite rezultate promjene boje tijekom izlaganja u interijeru. U ovom istraživanju

uzorci javorovine lakirani dvokomponentnim PU lakom, koji se često upotrebljava za zaštitu parketa i namještaja u interijeru znatno su promijenili boju tijekom realnog izlaganja. Kako bi izbjegli reklamacije nezadovoljnih korisnika tog laka, proizvođači bi ga za primjenu na drvu javorovine morali modificirati dodavanjem primjerenih UV apsorbera ili bi korisnik proizvoda od javorovine lakiranih tim lakom mogao smanjiti diskoloraciju stavljanjem UV zaštitne folije na prozore. Nasuprot tome taj se lak pokazao dobrim rješenjem na trešnjevine. Dodatna zaštitna folija nije znatnije smanjila diskoloraciju tog laka na trešnjevine, što znači da



Slika 7. Promjena boje javorovine lakirane dvokomponentnim PU lakom i prekrivene zaštitnom folijom
Figure 7 Colour changes of maple wood coated with the two-pack polyurethane coating and covered with protective foil



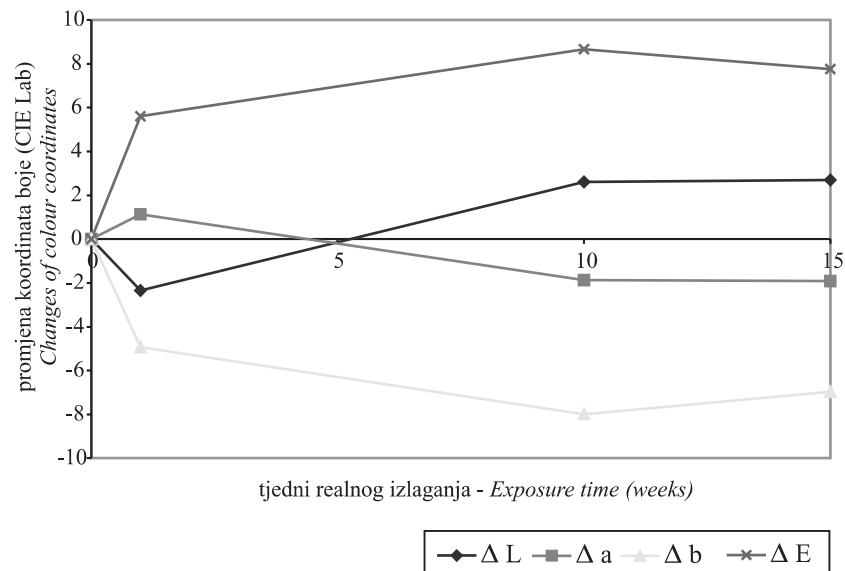
Slika 8. Promjena boje javorovine lakirane jednokomponentnim vodenim lakom
Figure 8 Colour changes of maple wood coated with the one-component waterborne coating

promjena boje trešnjevine lakirane tim lakom ne ovisi o ultraljubičastoj svjetlosti, što je vjerojatno slučaj s javorovinom.

Na osnovi ovoga istraživanja zaključujemo da je jednokomponentni vodeni PU lak bolji za zaštitu javorovine.

Otpornost sustava lak-drvo prema svjetlosti trebalo bi ispitivati na različitim vrstama drva i lak prilagoditi

spektralnoj osjetljivosti pojedine vrste drva kako bismo izbjegli neželjene promjene boje do kojih dolazi pri primjeni drva u dekorativne svrhe. Stoga bi bilo dobro razviti i normirati metode ispitivanja otpornosti prema svjetlosti lakiranih površina drva u interijeru. Pri tome bi trebalo pratiti promjene boje sustava lak-drvo i na neki način posebno pratiti promjene boje do kojih dolazi na drvu, a posebno promjene boje koje nastaju na laku.



Slika 9. Promjena boje javorovine lakirane jednodokomponentnim vodenim lakom i prekrivene zaštitnom folijom

Figure 9 Colour changes of maple wood coated with the one-component waterborne coating and covered with a protective foil

5. LITERATURA 5 REFERENCES

1. Böhnke, H.; Hess, E. 1989: Lichtschutzmittel In Lacken: Möglichkeiten und Grenzen. *Farbe+Lack* 95(10): 715-719.
2. Brennan, P.; Fedor, C. 1987: Sunlight, UV, & Accelerated weathering. The Q-Panel Company, 26200 First St., Cleveland, Ohio 44145.
3. Hayoz, P.; Peter, W.; Rogez, D. 2003: A new innovative stabilization method for the protection of natural wood. *Progress in Organic Coatings* 48: 297-309.
4. Hon, D.N.-S.; Feist, W.C. 1986: Weathering characteristics of hardwood surfaces. *Wood Sci. Technol.* 20: 169-183.
5. Hon, D.N.-S.; Minemura, N. 1991: Color and discoloration. In: *Wood and cellulosic chemistry*, Ed. Hon, Shirai-shi, Marcel Dekker. Inc, New York and Basel.
6. Jirouš-Rajković, V.; Ljuljka, B. 1999: Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima. *Drvna industrija* 50(1): 31-39.
7. Jirouš-Rajković, V. i dr. 2003: Svjetlootpornost drva u interijeru. *Međunarodno savjetovanje Drvo u graditeljstvu. Suvremena kretanja. Zbornik radova: 65-74.* Šumarski fakultet, Zagreb.
8. Jirouš-Rajković, V.; Turkulin, H., 2003: Diskoloracija površine drva u interijeru. *Les* 55(3): 318-321.
9. Leary, G.J. 1967: The yellowing of wood by light. Part I, *Tappi*, 50(1): 17-19.

10. Leary, G.J. 1968: The yellowing of wood by light, Part II, *Tappi*, 51(6): 257-260.
11. Ljuljka, B. 1971: Der Einfluß von Licht auf lackierte Holzoberflächen. *Holz als Roh- und Werkstoff* 29: 224-231.
12. Rogez, D. 2000: Color stabilization of wood and durability improvement of coatings. A new approach of UV light protection for indoor and exterior applications. In: *Proceedings of the conference "Woodcoatings-Challenges and Solutions in the 21st Century"*; Hague 1002, Paper 24. Paint. Res. Ass., Teddington, UK.
13. Sandermann, W.; Schlumbom, F. 1962: Änderung von farbwert und farbpfindung an holzoberflächen. *Holz Roh Werkstoff* 20(8): 285-291.
14. Schlumbom, F. 1963: Radiation damage to wood surfaces and its prevention. *Moderne Holzverarbeitung, Beilage zum Holz-Zentralblatt No. 110, September 13, 1963.*
15. ***: DIN ISO 877

Corresponding address:

Prof. VLATKA JIROUŠ-RAJKOVIĆ, PhD

Department for furniture and wood products
Faculty of Forestry
Svetošimunska 25
10000 Zagreb, Croatia
jirous@sumfak.hr