

**SKRIVENE INFORMACIJE U BLIZANCIMA BOJA NA AMBALAŽI****HIDDEN INFORMATION IN TWINS COLORANTS ON PACKAGING****Petar Miljković<sup>1</sup>, Mensura Kudumović<sup>2</sup>, Denis Jurečić<sup>3</sup>, Aleksandra Bernašek Petrinc<sup>4</sup>**<sup>1</sup>*University of North, Varaždin, Croatia*<sup>2</sup>*University of Sarajevo, Faculty of Educational Sciences, Bosnia and Herzegovina*<sup>3</sup>*University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, Croatia*<sup>4</sup>*Zagreb University of applied sciences, Zagreb, Croatia***Sažetak**

Miješanje procesnih bojila provodi se za digitalni tisak na kartonu s inkjet ploterom. U radu se objavljuju recepture sastava bojila koje se prezentiraju u parovima jednakih boja u vizualnom spektru. Familija svih boja s dualnim svojstvima imaju jednake razlike  $\Delta Z$  u bliskom infracrvenom spektru. Razlika apsorpcije svjetla na 900 nanometra je 0.14 U vizualnom spektru, blizanci dvaju bojila definiraju se kao boje s vrijednošću njihove razlike  $\Delta E$  majom od tri. Rješenja s upotrebom blizanaca bojila u dvama spektralnim područjima su eksperimentalno testirana u tisaku na kutijama za lijekove. Kontrola kvalitete čitljivost skrivenih informacija izvodi se s novim minijaturnim infrared kamerama koje su priključene na prenosno tablet računalo.

**Ključne riječi:** *ambalaža za lijekove, blizanci boja i bojila, bliska infrared spektroskopija, skrivena informacija, sigurnosni tisak*

**Abstract**

The mixing of process colorants is conducted on cardboard with an inkjet plotter. In the article recipes are published for colorant compositions which are presented in pairs of equal colors in the visual spectrum. Every color in the family of colors with dual properties has the same difference  $\Delta Z$  in the near infrared spectrum. The difference in the absorption of light at 900 nanometers is 0.14. In visual spectrum, the twins of two colorants are defined as colors with the value of their difference  $\Delta E$  less than 3.

Solutions using twins of colorants in two spectra have been experimentally tested in the print on drug packaging. Quality control of the readability of the text is conducted with new infrared mini-cameras connected to a tablet.

**Keywords:** *drug packaging, twins of color and colorants, near infrared spectroscopy, hidden information, safety print*

**1. Uvod****1. Introduction**

Informacije o apsorpcija svjetla za bojila proučavane su izdvojeno za boje koje detektiramo u našem oku; crvena, zelane i plava [1]. Njihove komplementarne boje; cijan, magenta i žuta bojila objašnjavaju su kroz jednostavne relacije:

$$R + C = 1$$

$$G + M = 1$$

$$B + Y = 1$$

Takve relacije samo su za početak učenja u komplementarnost bojila. Relacije su složenije za realna bojila koje nanosimo na papir. Međusobno utječu jedna na drugu zbog više razloga. Za veće pokrivenost, bojila se preklapaju pa je značajno pitanje transparentnosti tinti što se proučava kao „T“ korektura u spektroskopiji. Separacija boja koja proizlazi i gore spomenutih relacija je složeni matematički model koji nastaje eksperimentalnim radom, a čiji rezultati tvore regresijske zavisnosti koji dolaze pod nazivom  $X_{40} = f(X_0)$  [2].

U tiskarskoj se tehnologiji bojila nanose kao rasterski elementi [3]. U literaturi su objavljeni različiti modeli rasterskih ćelija; oblici kao na primjer: elepse, zvjezdice, kradrati, vijugave linije, prstenovi, a i mnogi drugi. Ta ogromna raznolikost je dobro došla jer nosi informaciju posve individualnu što u sigurnosnim tisku mnogo doprinosi jedinstvenosti grafičkih rješenja. Neponovljivost ili krivotvorenje se prepoznaje već s povećalom koje takove informacije rastriranja izdvaja: kao oštre nakupine koje se ne mogu skenirati, a da bi zadržale svoj originalni mikro oblik. Objavljene su studije o „sivom tonu“ gdje crni rasterski elementi daju jednaki ton sive boje kao i tisk s tri procesne boje (C, M, Y), a kojima su pridruženi posve drugi rasterski oblici [4]. U našim je istraživanjima je to ključni početak upravljanja u izradi blizanaca bojila [5].

Bojila C, M, Y (označene s V) ne apsorbiraju bliski infracrveni spektar (NIR) [6]. Bojilo karbon black (označeno s K) apsorbira NIR svjetlo. Blizanci bojila su zasnovani na ideji o zamjeni V bojila sa K bojilom ali isključivo kao upravljanje sa dviju odvojenih grafika koje se međusobno skrivaju i manifestiraju kao razdvojene informacije nakon tiska [7]. Različite grupe V bojila i K bojila se promatraju preko spektroskopskih grafikona, a posebno u području nakon 850 nanometra. Ta se razlika bilježi numerički i označuje kao Z svojstvo bojila na 1000 nm. Dizajn različitih šarenih oblika nosi dualne informacije koje se promatraju sa dualnim kamerama u dvama spektrima. Područje razdvajanja blizanaca bojila nazvano je Z1 [8]. Istraživanja o dualitetu bojila se primjenjuju u tisku na različitim materijalima kao na primjer tekstilu, polipropilenu i dokumentima [9].

Blizanci bojila su predmet novijih istraživanja u svrhe sigurnosnog tiska, s klasičnim tiskarskom tehnikama [10]. Iznenađenje je pojava dualiteta s posve drugim bojilima, bojilima iz područja lijepe umjetnosti o čemu se nižu nove umjetničke slike i velike izložbe [11]. Istraživanja na prozirnim materijalima primjenjeni su na etiketi od Aronije kao zaštita od krivotvorenja tog skupog soka [12]. Dualno obilježavanje primjenjuje se kao skrivena sigurnosna informacija na ambalaži visoko vrijednih proizvoda [13].

U našem je radu izveden tisk s bojilima i recepturama, a koja su priređena za tisk na kartonu. Za ta bojila se ovdje prilažu recepture koje su nastale s prethodnim radnjama u postupku near infrared spectroscopije.

## 2. Dualnost bojila u V i Z spektru

### 2. Duality of colorants in the V and Z spectrum

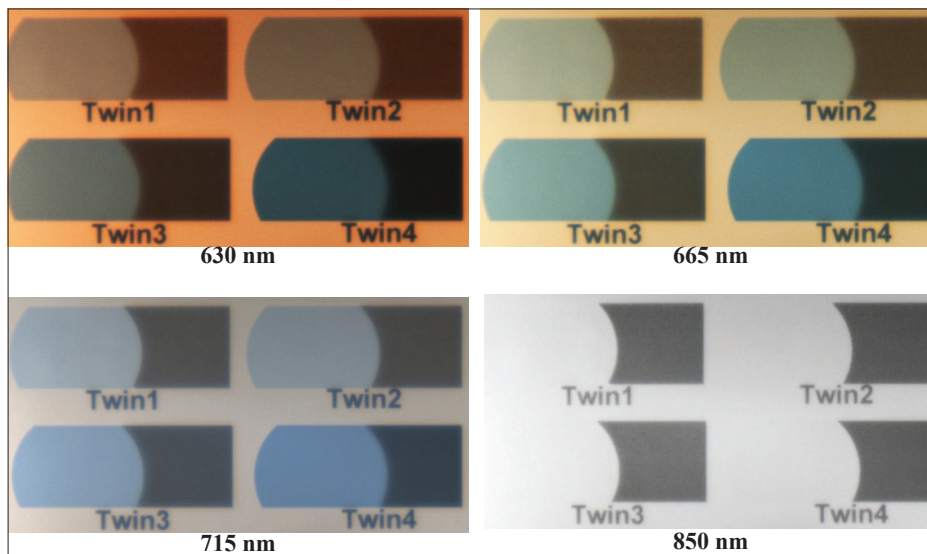
Iterativni, eksperimentalni postupak izrade blizanaca bojila zasnovan je na utvrđivanju apsorpcije svjetla u vizualnom i NIR spektru. Koristimo se spectroscopijom s namjerom da dva bojila čine istu boju kako bi imali jednake vrijednosti apsorpcije svjetla u području od 400 do 700 nanometra (Graf. 1.). Slika 1 prikazuje četiri blizanca u vidnom spektru. Lijevo dio blizanaca je vizualni, a desni dio blizanaca namijenjen je kameri za blisku infracrvenu svjetlost.



*Slika 1 Četiri blizanca bojila priređena za ploter s ink-jet tintama*

**Figure 1** Four twins of colorants prepared for a plotter with inkjet inks

Dva bojila blizanaca V i Z razlikuju se po količinama procesnih komponenata. Numeričke vrijednosti su podešavane za tisk na ploteru (HP 3500) i proipadnim tintama. Grafička priprema (prepress) planirana je za četverbojni tisk, premda je tiskarski uređaj koristi šest bojanika. Nakon svakog pokusnog otiska mjeri se apsorpcija svjetla kao spektrogram. Fotografiranje s filterima izvodi se u desetak blokada (slika2). Informacije iz spektroskopije (slika 3) i fotografija su podloga za planiranje nove iteracije tiska. Fotografije su izvedena s forenzičkim instrumentom koji raspolaže s preko desetak filtera [14]. Pokusni tisk izvodi se na istom materijalu koji će se koristiti za ambalažu.



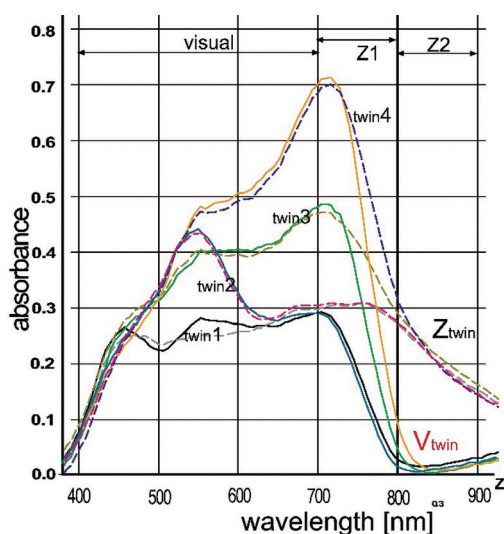
*Slika 2 Fotografije blizanaca u 4 barijere [14]*

*Figure 2 Twins photographed in 4 barriers [14]*

### 3. Spektrogrami bojila za ambalažu nakon tiska na kartonu

#### 3. Spectrograms of colorants for packaging after printing on cardboard

Područje spektroskopije obuhvaća vizualni i prvi dio bliskog infracrvenog spektra. Plavi ton ima visoki maksimum na 715 nm a potom se drastično spušta sve do nultih vrijednosti [1]. Mi smo izabrali bojila (slika 1) koja smo primjenili za ambalažu lijekova. Za njih je napravljen plan pojavljivanja vizualne i „infracrvene“ informacije. Za bojila su napravljeni spektrogrami čije posljednje iteracije pokazujemo na slici 2 i 3.



*Slika 3 (graf 1) Apsorpcija blizanaca bojila za digitalni inkjet tisak*

*Figure 3 (graph 1). Absorption of twins colorants for digital inkjet printing*

Informacije u Z1 području pokazuju karakteristike prijelaza od vizualnog u skriveno područje za sva bojila. To područje smo posebno izdvojili te naglasili u svojim istraživanjima. Sve krivulje pokazuju tipično ponašanje. Krivulje se ne prekrivaju. Apsorpcijske krivulje pokazuju u tom području (od 700 do 800 nm) razdvajanje blizanaca i sakupljanje različitih grupa blizanaca u dvije pozicije (Z2). Te su pozicije jednake za sve Z jer im je svima pokrivenost karbon crne tinte jednaka (40 %). Z-twin krivulje sastaju se na 0.14 vrijednosti apsorpcije. V-twin krivulje pokazuju da nema apsorpcije NIR svjetla za cijan, magentu i žutu boju.

Svako bojilo ima karakterističan maksimum apsorpcije. Svjetli zelenkasti ton (twin1) je jednoličane apsorpcije u vizualnom području (V: C 31, M 29, Y 93, K 0 %) (Z: C 0, M 0, Y 509, K 40 %). Simulacija malih vrijednosti razlike V i Z blizanaca u vizualnom području se ne može postići (općenito to vrijedi za svjetle tonove boja) s obzirom na to da magenta i žuta boja imaju veoma uska područja apsorpcije svjetla s pikovima na 550 i 450 nm [1].

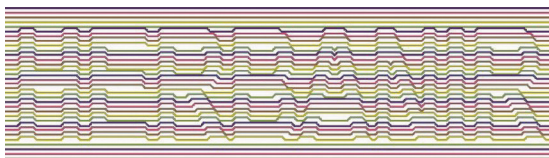
U bojilu twin2 dominira magenta bojilo (V: 29, 77, 38, 0 / Z: 0, 61, 6 40). Ton bojila naziva se „tamna grimizna crvena“ a njegov maksimum apsorpcije je na 550 nm. Cijan bojilo je na minimumu koji je određen s GCR postupkom zamjene s crnim bojilom od 40 % pokrivenosti.

Pik smeđeg blizanca (twin3) je na 715 nm. To je tipično bojilo s podjednakim udjelom cijana i magente te većim udjelom žute boje (V: 54, 64, 79, 1 / Z: 24, 34, 45, 40). Plavi ton (twin4) sastoji se od velikog udjela cijana i magente (V: 81, 86, 44, 0, / Z: 58, 51, 9, 40). Maksimum na 715 nm tipična je vrijednost za mnoga bojila s cijanom. Zbog velikog udjela magente, grafikon pokazuje grbu (leđa) u okolini 550 nm a koje je tipično područje maksimuma bojila magente [1]. (odnosno, gdje magenta ima maksimum)

**4. Ambalaža od kartona sa skrivenim Z informacijama**

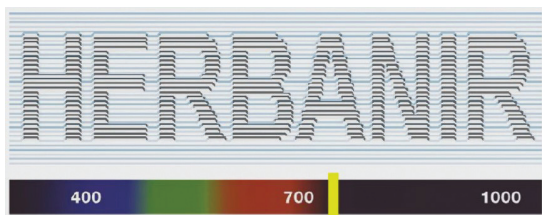
**4. Cardboard packaging with hidden Z information**

Skrivena informacija je tekst koji je jednoločne pokrivenosti. Tekst se manifestira tek s pogledom pomoći NIR kamere. Veće razlike V i Z blizanaca bojila su na 850 nm. Ipak, zbog sigurnosti fotografiranja u različitim svjetlosnom okruženju, Z fotoaparati su podešeni na 1000 nm. Foaparati (s oznakom Z) koriste dnevnu sunčanu komponentu NIR radijacije. Ako isti uzorak ambalaže promatramo po noći, ili u potpunom mraku, potrebno je upaliti NIR izvor radijacije. Najčešće se u prostor kontrole NIR informacije, smjesti ulična nadzorna kamera kojoj se blokira ulaz vidnog područja svjetlosti.



Slika 4 Zaštitni znak, dizajn s koljenastim linijskim grafikama

Figure 4 A trademark, design with knie line graphics



Slika 7 Kontinuirana transformacija apsorpcije svjetla od 400 do 1000 nm [14]

Figure 7 Continuous transformation of light absorption from 400 to 1000 nm [14]

[www.fs1.hr/AnimacijaHERBANIR.mp4](http://www.fs1.hr/AnimacijaHERBANIR.mp4)  
[www.fs1.hr/AnimacijaHERBANIR.swf](http://www.fs1.hr/AnimacijaHERBANIR.swf)

Fotografije u 24 blokade od ultraviole do NIR –Z stanja, poredane su prema vrijednosti barijernih filtera. Prikazuje se transformacija informacije u forenzičkom pogledu.



Slika 5 Ambalaža HERBANIR u V spektru

Figure 5 Packaging of HERBANIR in the V spectrum



Slika 6 Kutija u zaštitnom NIR Z prikazu na 850 nm

Figure 6 A box in safety NIR Z display at 850 nm

Blokada na 515 nm odbacila je žutu komponentu. Blokada od 610 nm nema više niti crvenu boju. S blokadom od 715 ostala je samo informacija o prisutnosti plave komponente.

Fotografije s blokadama iznad 850 nm daju samostalne informacije o skrivenoj slici. Near infrared grafika realizirala se samo s karbon crnim bojilom. To bojilo apsorbira NIR svetlost. Takvo stanje reprodukcije nazivamo „Infrared Z slika“.

## 5. REFERENCE

### 5. REFERENCES

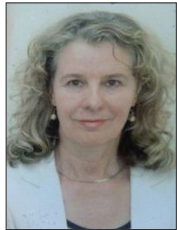
- [1.] Jana Žiljak Gršić; NEAR INFRARED SPEKTROSKOPY IN PRINT TECHNOLOGY; POLYTECHNIC & DESIGN Vol. 5, No. 1, 2017. pp:32-36; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2017-5-1-05-en
- [2.] Vilko Žiljak, Ivan Pogarčić, Jana Žiljak Vujić, Klaudio Pap, Ivana Žiljak Stanimirović; MODELS OF CONNECTING TWO PICTURES AND CMYKIR SEPARATION FOR VISUAL AND INFRARED LIGHT; SPECTRUM; INTERNATIONAL SCIENTIFIC SYMPOSIUM of Graphic technologies and design, Proceedings, GeTID & teh 2015; Travnik, Bosnia and Herzegovina, Editor in chief: Darko Babić; ISSN 2232-8831; pp 38 – 42
- [3.] V. Žiljak, K. Pap, I. Žiljak, "CMYKIR SECURITY GRAPHICS SEPARATION IN THE INFRARED AREA", Infrared Physics and Technology Vol.52. No.2-3, ISSN 1350-4495, Elsevier B.V. DOI:10.1016/j.infrared.2009.01.001, p: 62-69, (2009) <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350449509000103>
- [4.] Li, C.; Wang, C.; Wang, S.J. A Black Generation Method for Black Ink Hiding Infrared Security Image. // Applied Mechanics and Materials, Trans Tech Publications, Switzerland, Vol. 262 (2013), pp. 9-12. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.262.9
- [5.] Jana Žiljak Vujic, Branka Morić , Maja Rudolf, Martina Friščić, Postage Stamps with hidden information in security Z values, TTEM Vol 8/4,/2013; p: 1466-1473; ISSN:1840-1503, e-ISSN 1986-809X
- [6.] Ivana Z. Stanimirović, Jana Z. Vujić, Nikolina Stanić Loknar; MARKING OF THE CAMOUFLAGE UNIFORM FOR VISUAL AND NEAR INFRARED SPECTRUM, TTEM, Technics Technologies Education Management, Vol 8. No3. 2013, p: 920 - 026, ISSN 1840-1503
- [7.] Jana Žiljak Vujić, Marko Zečević, Vilko Žiljak, Simulation the colors from nature with twins dyes to camouflage military uniform, Tekstil, Vol. 64 No 3-4; pp: 89 - 95 en, Hr pp: 81-88, ISSN 0492-5882, UDK 677.027.4/.5: 677.016.424; 2015.
- [8.] Zhu Mingzhenga, Chen Zhe, Liu Haoxueb, The Research on Special Printing Effects Based on Gray Component Replacement, Advanced Materials Research Online: 2010-12-06, ISSN: 1662-8985, Vol. 174, pp 251-254, doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.174.251
- [9.] Jana Žiljak Gršić, Vilko Žiljak, Lidija Tepes Golubić, Denis Jurečić, Ivan Rajković, Design on Clothes with Security Printing, with Hidden Information, Performed by Digital Printing, APSAC CONFERENCE, Dubrovnik, Croatia , 2018.
- [10.] Caiyin Wang, Chao Li, Lijiang Huo Dalian, A Security Printing Method by Black Ink Hiding Infrared Image, Applied Mechanics and Materials Online: 2012-10-26, ISSN: 1662-7482, Vol. 200, pp 730- 733, doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.200.730
- [11.] Infrared ART, Muzej Mimara, Zagreb, Nada Žiljak, <http://www.nada.ziljak.hr/VIS-NIR-spektar.pdf>
- [12.] Projectina Docucenter 4500, PAG B50 <http://forensictechnology.com/projectina/>

**AUTORI · AUTHORS**

**Petar Miljković** - nepromjenjena biografija nalazi se u časopisu Polytechnic & Design Vol. 5, No. 4, 2017.

**Korespodencija**

petar.miljkovic@unin.hr

**Mensura Kudumović**

Vanredni je profesor, koordinator Doktorskog studija i voditelj Programa kontinuirane edukacije Pedagoškog fakulteta Sarajevo, Univerziteta u Sarajevu.

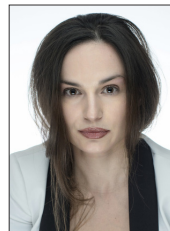
**Korespodencija**

mkudumovic@pf.unsa.ba

**Denis Jurečić** - nepromjenjena biografija nalazi se u časopisu Polytechnic & Design Vol. 5, No. 4, 2017.

**Korespodencija**

denis.jurecic@grf.hr

**Aleksandra Bernašek Petrinec**

Rođena je u Zagrebu 1986. godine. Diplomirala je 2010. godine na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom

dr. sc. Vilka Žiljka, prof. emer., iste godine upisuje Sveučilišni doktorski studij Grafičko inženjerstvo i oblikovanje grafičkih proizvoda; područje tehničkih znanosti. Nakon završenog fakulteta zapošljava se na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu kao asistent na Katedri Tiskarski slog i računala. Od ožujka 2012. godine radi na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu, gdje je 2015. godine izabrana u nastavno zvanje predavača. Aktivno sudjeluje na projektima Tehničkog veleučilišta u Zagrebu kao što je Politehnika 2025 - unaprjeđenje kvalitete visokog obrazovanja, 2013. godine postavljena je na mjesto zamjenika urednika znanstvenog časopisa Polytechnic and design. Od 2015. godine član je Povjerenstva za nastavnu, stručnu i znanstveno – nastavnu literaturu Tehničkog veleučilišta u Zagrebu. Nositelj je kolegija vezanih uz grafičku tehnologiju, grafičku forenziku, upravljanje bojama i programiranje grafike. Objavljuje radove u znanstvenim časopisima; Industria Textila, Acta Graphica, Journal of graphic engineering and design, Polytechnic and design, a izlagala je na konferencijama: Tiskarstvo, Design, Tiskarstvo i dizajn, Blaž Baromić.

**Korespodencija**

abernasek@tvz.hr