

Jana ŽILJAK VUJIĆ, Ivana ŽILJAK STANIMIROVIĆ¹,
Sanja BJELOVUČIĆ KOPILOVIĆ¹, Martina FRIŠČIĆ²

Tehničko veleučilište u Zagrebu, ¹Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

²Rotoplast, Sveta Nedelja

Zaštita prozirne savitljive plastične ambalaže postupkom *INFRADESIGN*[®]

UDK 655.3.066.25:535.62

Izvorni znanstveni rad / Original scientific paper

Primljeno / Received: 17. 7. 2013.

Prihvaćeno / Accepted: 2. 10. 2013.

Sažetak

Suvremeni prehrambeni proizvodi i potrebna ambalaža definirani su strogim međunarodnim zakonima, propisima ili normama. Da bi se zaštitilo ambalažera i proizvođača prehrambenih artikala, razvijen je *INFRADESIGN*[®] (IRD), postupak koji rješava, unapređuje te ujedno jamči pouzdanu zaštitu. IRD se temelji na spajanju dviju slika koje se pojavljuju i prepoznaju u dva različita dijela spektra. S obzirom na to da je riječ o dnevno milijunskim nakladama ambalaže, istraživanju ovog postupka pristupilo se s velikom pozornošću u određivanju relacija X_{40} za regresijske koeficijente Z-separacije. Provedene su spektralne analize bojila za propisane procedure i njihove primjene pri pakiranju hrane. Razvijen je sustav parova bazičnih bojila za vizualni (V) i infracrveni (Z) spektar. Definirani su blizanci bojila i njihove Z-veličine na osnovi procesnih CMYK (cijan, magenta, žuta i crna) komponenti.

KLJUČNE RIJEČI:

blizanci bojila

CMYKIR separacija

INFRADESIGN[®]

infracrveni Z-spektar

KEY WORDS:

CMYKIR separation

INFRADESIGN[®]

infrared Z-spectrum

Twins dyes

Protection of transparent, flexible plastics packaging with *INFRADESIGN*[®] procedure

Modern food products and the required packaging are defined by strict international laws, regulations or standards. To protect the packagers and manufacturers of the food products, the procedure *INFRADESIGN*[®] (IRD) has been developed, and it solves and promotes and also guarantees reliable protection. The IRD procedure is based on merging the two images that appear and are recognized in two different parts of the light spectrum. Taking into account that there is a daily production of millions of items of packaging, this procedure was studied with great attention to determining relations X_{40} for regression coefficients of Z-separation. Spectral analyses of dyes for the prescribed procedures and their applications in food packaging were carried out. A system of pairs of basic

dyes for visual (V) and infrared (Z) range has been developed. The *Twins* of their dyes were defined, as well as their Z-sizes, based on the process CMYK (cyan, magenta, yellow and carbon black) components.

Uvod / Introduction

Razvijen je postupak *INFRADESIGN*[®] te je postavljen cilj da se na temelju dosadašnjih iskustava na drugim područjima taj postupak primijeni i pri zaštiti prozirne savitljive plastične ambalaže. IRD[®] je zasnovan na novom pristupu grafičkom dizajnu, novom sigurnosnom sustavu te novom načinu prikaza i nošenja informacija. Kao opremu koristi dualne (dvostruke) kamere za dva spektralna područja te procesna bojila s konvencionalnom tiskarskom tehnikom.

Grafički dizajn proširuje se na dualnost. Spajaju se dvije slike, svaka sa svojim *blizancem* bojila. Prvi blizanac prepoznaje se u vizualnome, a drugi u infracrvenom spektru. Blizanci funkcioniraju u svom Z-zajedništvu. Koriste Z-svojstva bojila,¹ njihove vrijednosti apsorpcije svjetla na 1 000 nanometara. Dizajner osmišljava povezivanje dvostrukog sadržaja koji je istodobno likovno različit, a sadržajno međusobno povezan porukom, pri čemu te načinom divergentnoga grafičkog rješenja.

Dvije grafike isprepletene su bojilima parova blizanaca. Realiziraju se dva blizanca ili njihova kombinacija. Zajedno, V-blizanac i Z-blizanac tvore vizualno stanje zaštitne grafike. Drugi, tzv. Z-blizanac ne može se fotokopirati i fotokopija ne može preuzeti Z-stanje. To unapređuje sigurnosni sustav grafičkog rješenja bez obzira na upotrijebljenu tiskarsku tehniku. Grafike V i Z mogu se odvojeno snimati ZRGB (e. Z, Red, Green, Blue) metodom² i pripadnim kamerama. Mogu se analizirati, ali ne i ponovno spajati. Takav postupak zahtijeva prolaz kroz morfološke programe te CMYKIR (e. cyan, magenta, yellow and black infrared (cijan, magenta, žuta, ugljikova crna, infracrvena)) separaciju.³ Najteži je korak određivanje *colorsettinga*, postavljanje uvjeta za bojila i materijal na koji bi se nanijela takva grafička priprema. Međusobno sakrivanje dviju slika, svake prepoznatljive samo u svome planiranom spektru, zahtijeva poistovjećenje blizanaca na veličinu ΔE manju od tri, gdje je ΔE numerička mjera vizualnog poistovjećenja dviju boja.⁴ Postojeći programski alati najraznovrsnijih *colorsettinga* ne nude takvu strogoću. Golo ljudsko oko primijetilo bi mjesta priljublivanja dvaju blizanaca s većom tolerancijom izjednačavanja dva tona boja. Zbog toga je ova zahtjevna IRD tehnika spajanja dviju nezavisnih grafika nova sigurnosna metoda zaštite.

Stvoreni su preduvjeti spajanja i prikazivanja dviju informacija na istome mjestu tako da jedna ne remeti drugu. Svaka se gleda svojim naočalama: V i IR. Čitaju se dva odvojena teksta. Pitanje *sakrivanja* poprima novu dimenziju. Prvo, mora se znati da je nešto sakriveno. Mora se upotrijebiti i prikladan alat. Nadalje, postavljaju se i pitanja: zašto je druga informacija sakrivena? Kakvu je autor imao namjeru? Kakva je poruka iznesena povezivanjem dviju informacija na takav način?

Dvije informacije V i Z donosi priroda. Flora, fauna i minerali različito se odazivaju u V i Z spektralnim područjima. Zadatak je dizajnera kreirati

umjetnu grafiku, sliku i/ili tekst s dva stanja. Nastavlja se s poistovjećenjem V i Z stanja prirode u grafičkom, tiskarskom i likovno-umjetničkom području. Upravlja se informacijama na isti način na koji priroda pokazuje svoja svojstva u vizualnome i bliskom infracrvenom spektru.

IRD tehnika prihvatljiva je kao način zaštite samo ondje gdje se radi o velikim nakladama, ustaljenome tiskarskom procesu te potrebi za korištenjem poznatih certificiranih materijala i proizvoda. Za tiskanje dviju slika na ambalaži za pakiranje prehrambenih proizvoda upotrebljavaju se konvencionalne, odobrene komponente bojila. Na taj način jamči se zdravstveno ispravan (siguran) proizvod, osigurava se njegova kvaliteta, svježina, nutritivna vrijednost, ispravno deklariranje. Ukratko, ambalažer, proizvođač prehrambenog artikla, kao i sam kupac sigurni su da se radi o deklariranom proizvodu.

Spektrogrami *blizanaca* za fleksotisak bojila na polipropilenskim proizvodima / Spectrograms of *Twins* for Flexo Ink on Polypropylene Products

Dva bojila imaju čvrsto određene međusobne omjere apsorpcije svjetla u vizualnome i bliskom infracrvenom spektru na položaju Z (1 000 nm). V-bojila nemaju apsorpcijska svojstva u vizualnom spektru. Z-bojilo ima jednaka vizualna svojstva u vizualnom spektru kao i V-bojila. Njihovi spektrogrami, u vizualnom rasponu valnih duljina od 400 do 700 nanometara, trebali bi biti vrlo slični. Spektrografija upućuje na mjesta gdje se nastavlja korekcija sastava bojila u sljedećoj iteraciji. Koriste se samo cijan, magenta i žuta boja. Popravljanje *blizanaca* kompromis je između spektrografije, veličine ΔE i troškova eksperimentiranja. Na slikama 1 do 3 dana su tri *blizanca* s vrijednostima udjela procesnih bojila. Promatra se samo vizualni spektar jer bojila C, M, Y nemaju pozitivne vrijednosti na položaju Z od 1 000 nanometara. Ugljikovo crno bojilo zadano je vrijednošću Z od 0,40. Čisto ugljikovo bojilo potpuno apsorbira NIR pri 1 000 nm. To bojilo ima jednake numeričke veličine u postotku smjese s vrijednošću Z. Druga bojila, koja se sada ne razmatraju, u sustavu zamjene s C, M i Y, imaju sebi svojstvene Z-vrijednosti manje od jedan. Koriste se za postizanje višestrukih pojavljivanja u ultravioletnom spektru.

Cijeli plan eksperimenta za fleksotisak, tisak na prozirnim materijalima, kao i dizajn za vizualno i blisko infracrveno svjetlo podvrgnut je uvjetima kontrolnih nadzornih kamera kojima se utvrđuju dva stanja proizvoda².

Refleksija svjetla u rasponu od 400 do 700 nanometara za *blizance* 8E prikazana je na slici 1. Na slikama 2 i 3 prikazani su spektrogrami *blizanaca* 1B i 2D.

TABLICA 1 – *Blizanci* 8E, bojilo pripremljeno za tisak na polipropilenu

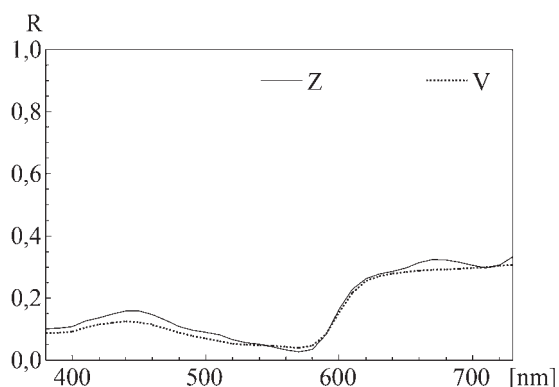
TABLE 1 – *Twins* 8E, dyes prepared for printing on polypropylene

Oznaka mjerenja 8E /8E measurements mark	R, G, B (crvena, zelena, plava / red, green, blue) raspon/span: 0 – 255	Razlika bojila/ difference of dye: $\Delta E = 3,2$	C, M, Y, K, (cijan, magenta, žuta, crna / cyan, magenta, yellow, black), %
V (vizualni/visual: 400 do 700 nm)	135, 58, 106		40, 76, 21, 0
Z (Z-1 000 nm)	133, 59, 96		0, 61, 0, 40

TABLICA 2 – *Blizanci* 1B

TABLE 2 – *Twins* 1B

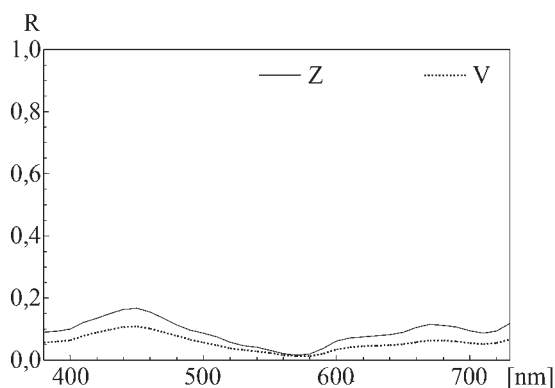
Oznaka mjerenja 1B / 1B measurements mark	R, G, B (crvena, zelena, plava / red, green, blue) raspon /span: 0 – 255	Razlika bojila/ difference of dye: $\Delta E = 3,2$	C, M, Y, K (cijan, magenta, žuta, crna / cyan, magenta, yellow, black), %
V (vizualni/visual: 400 do 700 nm)	38, 42, 90		88, 81, 15, 0
Z (Z-1 000 nm)	25, 36, 73		80, 70, 0, 40



SLIKA 1 – Spektrogram *blizanaca* V i Z tamnocrvenog bojila 8E

FIGURE 1 – Spectrogram of *Twins* V and Z of dark red dye 8E

Izvjesta odstupanja V i Z bojila postoje u komponentama bojila žuta i cijan. Razlika jednakosti iznosi: $\Delta E = 3,2$. Z-bojilo sastoji se samo od magente i ugljikove crne. Magenta i žuta imaju vrijednost nula u položaju Z na 1 000 nm. Žuto bojilo imalo je nisku vrijednost u stanju V, što odstupa od teorije konvencionalne GCR separacije.



SLIKA 2 – Spektrogram *blizanaca* V i Z tamnoplavog bojila 1B

FIGURE 2 – Spectrogram of *Twins* V and Z of dark blue dye 1B

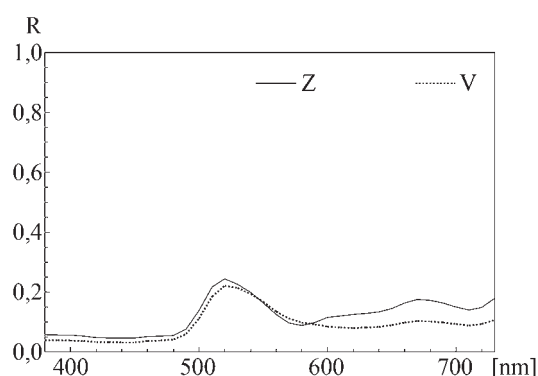
TABLICA 3 – *Blizanci* 2D

TABLE 3 – *Twins* 2D

Oznaka mjerenja 2D / 2D measurements mark	R, G, B (crvena, zelena, plava / red, green, blue) raspon /span: 0 – 255	Razlika bojila <i>difference of dye: ΔE = 3,7</i>	C, M, Y, K, (cijan, magenta, žuta, crna / cyan, magenta, yellow, black), %
V (vizualni/visual: 400 do 700 nm)	82, 116, 61		88, 34, 82, 0
Z (Z-1 000 nm)	64, 115, 49		73, 0, 80, 40

Tamnoplavo bojilo prelazi u ljubičasto s jakim prisutnošću magente i cijana. Apsorpcija je vrlo jaka pa refleksija ne prelazi iznad 20 % u cijelom spektru od 400 do 700 nm. Takvi su *blizanci* vrlo pogodni za CMYKIR separaciju jer neće tražiti visoku ΔE preciznost poistovjećivanja u V-spektru. Golo oko neće primijetiti razlike *blizanaca* premda su one očite u spektrogramu.

Refleksija vizualnog svjetla (400 do 700 nm) prikazana je na slici 3.



SLIKA 3 – Spektar *blizanaca* V i Z tamnozelenog bojila 2D

FIGURE 3 – Spectrum of *Twins* V and Z of dark green dye 2D

Zelena bojilo s visokim udjelom cijana i žute ima komponentu magente od 34 % samo zato da se postigne *Z-blizanac* od 40 % vrijednosti. Sve tri boje imaju jednaku Z-vrijednost, što je idealno ako se sakriva jednotonski tekst. U primjeru na slici koja prikazuje „kruh s makom“ sakriven je tekst (slika 5). Kamera je dobro registrirala jednoličan tekst jer su sva bojila zasnovana na točki od 40 % Z-vrijednosti.

Prozirna ambalaža / Transparent Packaging

Konvencionalni proizvodi na policama u trgovini pokazuju se kroz transparentnu polipropilensku ambalažu. Reproducirani su samo osnovni podaci. Na slici 4 prikazani su sitni pekarski proizvodi, izbor od mnogih slično upakiranih proizvoda.



SLIKA 4 – Suvremena prozirna (plastična) ambalaža omogućuje prepoznavanje proizvoda

FIGURE 4 – Modern transparent (plastic) packaging enables product identification

Z-postupak spaja dvije informacije. Prva je slika marketinški orijentirana s obveznim podacima o proizvodu. Druga je informacija obilježje tiskare, proizvođača proizvoda koja nije zakonski obvezna, ali može pružiti dopunski podatak. Ujedno zaštićuje sve u lancu izrade proizvoda koji se prodaje. U vidljivom spektru je to *KRUH S MAKOM 2,05* (slika 5). Na slici 6 je *infrared* slika sa Z-informacijom *pečivo 12.11.2013 pekarnica MLINOVI osigurano Z0,0,040 zaštićeno No 3351-7*. Infracrvena ZRGB kamera snimila je i odaziv samog sadržaja: kruh s makom. Kora krušnog materijala ne apsorbira NIR spektar. Crni mak ima izvjesna apsorpcijska svojstva. Izvedena je reprodukcija CMYKIR metodom nakon spajanja V i Z fotografije. Jednako dimenzioniranje i pozicioniranje podešeno je algoritmima za morfologiju grafičkog objekta.



SLIKA 5 – Kruh s makom u prozirnoj polipropilenskoj ambalaži nakon CMYKIR dizajna

FIGURE 5 – Bread with poppy seeds in a transparent polypropylene container after CMYKIR design



SLIKA 6 – Z-fotografija: Izgled slike *kruh s makom* snimljene IR kamerom

FIGURE 6 – Z-photo: Layout of image *bread with poppy seeds* recorded with IR camera

Etiketa je sastavljena od dvije grafike, ciljano za dva različita gledanja. Svaka grafika nosi svoje informacije. Podloga je otisnuta bijelim netransparentnim bojilom. Tekst na rubovima etikete ima planiranu vrijednost Z od 0,40. U vizualnom spektru taj se tekst ne vidi. Suprotan dizajn je s informacijom u sredini etikete. Za vizualno područje postavljen je samo tekst naziva proizvoda. Smeđe boje u sredini i na rubovima etikete imaju apsorpcijska svojstva samo za vizualni spektar.

Matematički model *blizanaca* za tisak na prozirnoj polipropilenskoj ambalaži / Mathematical Model of *Twins* for Printing on Transparent Polypropylene Containers

Izvedba *blizanaca* provodi se iterativno u realnom tisku. Cijela priprema je dugotrajna s obzirom na to da uključuje spektroskopiju, izradu fleksibilne tiskovne forme te sam tisak. Premda za zaštitu treba samo jedan otisak, riječ je o stroju koji ima brzinu od 80 tisuća otisaka na sat. Svaki pokušaj poznatih postupaka pokusnog tiska je neuspješan za zaštitu *IRD*-om. Potreba za malom vrijednošću ΔE , ali za realnu upotrebu, vodi samo prema stvarnoj tiskarskoj reprodukciji. Zbog toga se izračunava nova regresijska jednadžba nakon mjerenja ΔE , a nakon svake iteracije realnog tiska. Eksperimenti su provedeni s nekoliko matematičkih modela koji se sastoje od traženja nezavisnih varijabli s njihovim pripadnim parametrima. Sve nezavisne varijable kombinacija su vrijednosti X_0 za cijan, magenta i žuto bojilo. Budući da je X_0 (stanje bez ugljikova crnog bojila) potrebno za mjesta gdje se infracrvena komponenta ne smije odazivati, svi matematički modeli podređeni su tom zahtjevu. Analitičke relacije pojedinih rješenja upućuju na veća ili manja odstupanja ponuđenih *blizanaca* te na ekstremne udjele procesnih C, M i Y komponenti od kojih su sastavljeni.

Ovdje se navode analitičke relacije posljednje regresije kojima je načinjena zaštita ambalaže. Regresija je provedena na podacima *blizanaca* (slika 7), a koji su drukčijih međusobnih omjera nego oni u modelima za tisak na koži, platnu ili kartonu.

Bojila *blizanaca* za sigurnosni tisak i postupak sakrivanja informacija, s njihovim vrijednostima (cijan, magenta, žuta i crna) u vizualnom spektru, prikazana su na slici 7. Kružni *blizanci* nemaju crne komponente (X_0). Na slici su dani podaci o udjelu pojedinih procesnih bojila s nulom i 40 %-tnom vrijednošću crnog bojila. Parovi bojila, nazvani *blizanci*, izvedeni su eksperimentalnim otiskivanjem, iterativnim postupkom vizualnog izjednačavanja doživljaja tona boje. Numerički se takvo izjednačavanje određuje procedurama *Delta E*.⁴ Završni eksperimenti potvrđeni su spektralnom analizom. Na slici 7 prikazano je šest *blizanaca* (prvi i zadnji redak) koji se međusobno razvijaju algoritmom računarske grafike za kontinuiranih još 12 *blizanaca*. Ovo je višestupanjski postupak umnožavanja *blizanaca* koji služi za dobivanje dovoljne količine podataka za izračunavanje analitičkih relacija o bojilima za tisak na polipropilenu.



SLIKA 7 – *Blizanci* boja za fleksotisak na polipropilenskoj ambalaži
FIGURE 7 – *Twins*' dye for flexoprint on polypropylene packaging

Kontrola planirane apsorpcije svjetla u vizualnome i bliskom infracrvenom spektru provedena je barijernim skeniranjem u zadanim valnim duljinama. Na taj način provjerava se oduzimanje svake komponente procesnih boja u tisku. Prvo se izdvajaju magenta, cijan i crna. U posljednjem barijernom skeniranju ostaje samo infracrvena apsorpcija svjetla na 1 000 nm.



SLIKA 8 – Barijerno skeniranje *blizanaca* u vidljivome i infracrvenom spektru

FIGURE 8 – Barrier scan of the *Twins* in visible and infrared spectrum

Kontinuirane promjene na bojilima omogućuju izradu novih bojila. Nakon otiska na polipropilenu, barijerno skeniranje pokazuje odsutnost pojedinih dijelova vizualnog spektra: crvene, zelene i plave. Prvi rez napravljen je na valnoj duljini od 570 nanometara, gdje je blokirana žuta komponenta. To je prikazano za šest bojila na vrhu slike 8. Izdvojena su bojila prvih i zadnjih *blizanaca* sa slike 7. Drugi barijerni rez na 645 nm izuzeo je dio magente. Treći rez (715 nm) napravljen je na granici vizualnog spektra. Ostao je zapis dijela cijan komponente. Posljednje skeniranje napravljeno je na 830 nm u bliskom infracrvenom spektru. Apsorpcija IC ostaje samo na crnom bojilu, dok su bojila cijan, magenta i žuta potpuno reflektirala IC svjetlo. Barijerno skeniranje je postupak za potvrđivanje originalnosti slike, otiska, bojila i same ambalaže, koji se do sada primjenjivao samo za utvrđivanje vjerodostojnosti novčanica. *IRD*[®] omogućuje primjenu tog postupka i za obilježavanje savitljive prozirne ambalaže. Četverbojni tisak je pod kontrolom proračuna kojim se izrađuju tiskovne polimerne forme. U nastavku su navedeni matematički modeli kojima se upravlja pokrivenost rasteriziranih elemenata u fleksotisaku. *Blizanci* bojila su osnova za izračunavanje regresijske jednadžbe, radi izrade nevidljive informacije koja zaštićuje proizvod, ambalažu i tiskaru.

Razvijene regresijske jednadžbe / Developed Regression Equations

Podaci o *blizancima* poslužili su za izvođenje analitičkih međuzavisnosti X_0 i X_{40} . Uvedene su nezavisne varijable: D_c , E_y , G_M s njihovim stanjima na temelju početnih vrijednosti X_0 . Model koristi povezanosti svake komponente C_ρ , M_ρ , Y_0 s druge dvije na način:

$$D_c = C_\rho/M_0 + C_\rho/Y_0 \quad (1)$$

$$E_y = Y_0/M_0 + Y_0/C_0 \quad (2)$$

$$G_M = M_0/C_0 + M_0/Y_0 \quad (3)$$

Postavljaju se relacije:

$$X_{40} = A^{poliprop} \cdot T \quad (4)$$

Gdje $A^{poliprop}$ označava matricu podataka na 40 % pokrivenost karbon K bojila za fleksotisak na polipropilenu.

$$X_{40} = \begin{bmatrix} C_{40} \\ M_{40} \\ Y_{40} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$T = \begin{bmatrix} G_M \\ E_y \\ D_c \\ Y_0 \\ M_0 \\ C_0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Na temelju podataka o blizancima (slika 7), linearnom regresijom izračunati su parametri:

$$A^{poliprop} = \begin{bmatrix} 2.8311 & -6.1693 & 0.9722 & 0.00615 & 0.1909 & 1.5230 & -69.21 \\ -0.7772 & -0.0646 & -5.5752 & -0.1001 & 1.3569 & -0.0546 & -34.23 \\ 1.5461 & 0.6131 & 1.0004 & 1.2227 & -0.0856 & 0.0701 & -23.96 \end{bmatrix} \quad (7)$$

CMYKIR separacija ne pokriva tonove boja koji nemaju sve pozitivne vrijednosti u X_0 stanju. Pozitivna vrijednost podrazumijeva najmanju količinu jedne od C_ρ , M_0 i Y_0 , dovoljno da se postigne pozitivno X_{40} stanje. To može remetiti dizajnerske prijedloge. Zbog istog je pitanja potrebna programska kontrola u separaciji boja. Nema *negativnog stanja* bojila. Ako dođe do proračuna s negativnim vrijednostima, potreban je kompromis koji se rješava jedino izmjenom vizualnog dijela dizajnerske kreacije. Takve je situacije najbolje rješavati u suradnji s autorom dizajna. Prva je preporuka da se za *svijetle* i monokromatske dijelove dizajna ne planira infracrvena slika. Budući da se mnoga postojeća grafička rješenja ne smije mijenjati u vizualnom doživljaju dizajna, predlaže se upotreba IRD tehnika samo na izabranim mjestima koja će *podnijeti* Z-sliku i Z-blizanca.

IRD® dizajn sa SPOT bojilima / IRD® Design with SPOT Dyes

Održavanje zadanog tona boje pri velikim nakladama vodi preporuci dizajneru da upotrijebi *spot* bojila. To su bojila koja se miješaju prije tiska uvijek po zadanoj recepturi, čime se smanjuje ovisnost o vanjskim uvjetima, ponavljanju tiska, vremenskim, temperaturnim i nakladničkim uvjetima. IRD tehnika uvodi *blizance*, čime se dizajneru daje novi alat planiranja jednake boje, a s različitim V i Z svojstvima. Naglašava se da o sastavu blizanaca moraju voditi računa i dizajner i tiskar. Dizajner mora biti svjestan da je receptura istoga tona boje za tisak u ofsetu i sitotisku različita od recepture za fleksotisak za polipropilensku ambalažu.

DOPISIVANJE / CONTACT

Dr. sc. Jana Žiljak Vujić, prof. vis. šk.
Tehničko veleučilište u Zagrebu
Vrbik 8, HR-10000, Hrvatska / Croatia
E-pošta / E-mail: janazv@tvz.hr

Predloženi matematički model i regresijski parametri $A^{poliprop}$ mogu poslužiti za izvedbu recepture miješanja dvaju bojila jednakog doživljaja boja u vizualnom sustavu. Algoritmi su nezavisni od CMYKIR programa za separaciju. Miješanjem dvaju *blizanaca* stvara se novi *blizanac* koji ima različita Z-svojstva, a jednaka V-svojstva. To je višeznačajna realizacija razvoja oslabljenih Z-tonova, o čemu dizajneri često postavljaju pitanja.

Miješanje dviju familija blizanaca s različitim bojama, a jednakim Z-veličinama prikazano je na slici 6. Posebno se miješaju različita bojila koja imaju Z-vrijednost 0,40 na primjer. Svaki novi sastav imat će vrijednost $Z = 0.40$, ali će prikazivati drukčiju boju. Ista ova procedura primjenjuje se i na dva V-bojila, jednako različitim tonova boja i jednakih omjera kao i u proceduri Z-miješanja raznorodnih *blizanaca*. To je prikazano na slici 6 u stupcu kružnih oblika bojila.

Zaključak / Conclusion

Tehnika dvostrukih informacija, koja ujedno zaštićuje zapakirani proizvod, proširena je na fleksotisak. Polipropilenska ambalaža u koju se pakira hrana može se oplemeniti postupkom *INFRADESIGN*® a da se ne uvode posebna *zaštitna* bojila, niti se mijenja režim tiska. Razvijeni su novi programi za grafičku pripremu koji spajaju dvije slike. U tu svrhu dani su matematički modeli nastali na temelju mjerenih veličina odgovornih za poistovjećivanja parova bojila za vizualni i infracrveni spektar. Svaki par bojila, nazvan *blizancima*, može biti izveden kao *spot* bojila. Njihov sastav izračunava se istim algoritmom, istim regresijskim parametrima. Tada se tisak ne obavlja procesnim bojilima, već *dedicate* bojilima prema zahtjevu dizajnera. IRD tehnika dopušta nastavak planiranja dizajna s rasterskim metodama uz obvezno prihvaćanje smanjenja infracrvenog efekta.

IRD ima naglasak na sigurnosni tisak. Koristi konvencionalne, odobrene komponente bojila koja su dopuštena pri proizvodnji ambalaže za pakiranje prehrambenih proizvoda. Na taj način jamči se zdravstveno ispravan (siguran) proizvod, osigurava se njegova kvaliteta, svježina, nutritivna vrijednost te ispravno deklariranje. Ukratko, ambalažer, proizvođač prehrambenog artikla i kupac sigurni su da je to što je kupac kupio doista deklarirani artikl.

Zahvala / Acknowledgment

Ovaj članak prvo je objavljivanje o postupcima zaštite prozirne ambalaže postupkom *INFRADESIGN*®. Nakon diskusija s prof. dr. sc. Igorom Čatićem odlučile smo objaviti rezultate primjene matematičkih relacija IRD® separacije na polipropilenu s fleksotisakom. U tom smislu, najljepše mu zahvaljujemo na trudu i sugestijama.

LITERATURA / REFERENCES

- Žiljak, V., Pap, K., Stanimirović, I., Vujić, J.: *Managing Dual color properties with the Z-parameter in the Visual and NIR spectrum/ Infrared physics & technology*, 55(2012), 326-336.
- Žiljak, V., Pap, K., Stanimirović, I.: *Development of a Prototype for ZRGB Infraredesign device*, Technical Gazette, 18(2011)2, 153-159.
- Žiljak, V., Pap, K., Žiljak, I.: *CMYKIR Security graphics separation in the Infrared area*, Infrared physics and technology, 52(2009)2-3, 62-69.
- Kipphan, H.: *Handbook of Print Media*, Springer Verlag, Heidelberg, London, 2001., 87-91.
- INFRADESIGN*® Trademark No: 11977964, Listing of European Mark, Classification: 16, 25, 35, 40, 42.