

Transformacija proizvodnje ambalaže do digitalne integracije 3P: *prepress, press, postpress*

Sažetak: Integrirani sustav proizvodnje ambalaže poboljšava njezinu efikasnost te je ključan za smanjenje troškova i sigurnost u finalnim procesima pakiranja. Predlaže se *infrared* praćenje proizvodnje dualnim ZRGB¹ kamerama na bazi INFRADESIGN® postupaka² za kontrolu kvalitete proširenih informacija na današnjoj ambalaži. Sustav 3P (engl. *prepress, press, postpress*)³ okruženje je za *online* proizvodnju ambalaže koja teži kompletnoj automatizaciji svih procesa: od konstrukcije do otiskivanja i finalizacije pakiranog proizvoda. Razvijenim standardima poput JDF⁴-a dodajemo našu IRD tehnologiju⁵, čime se unapređuju protokoli za opis svih koraka u proizvodnji ambalaže.

Ključne riječi: INFRADESIGN®, digitalizacija tiskarstva, blizanci bojila, ZRGB kamere, tiskarska sigurnost, ambalaža

Uvod

Gutenberg je unio nova znanja u izradu tiskovne forme. Uveo je “pomična slova”. Ta inovacija temelji se na postupku izrade kalupa za lijevanje slova od olova. Slova su slagana u retke, a površina na koju je nanoseno bojilo pod

¹ ZRGB kamera

² INFRADESIGN® postupak, metoda ispisa skrivene informacije na različitim medijima

³ 3P (engl. *prepress, press, postpress*), priprema za tisak, tisak, dorada

⁴ JDF (engl. *job definition format*); (1) Vrsta zapisa kao standard za prijenos jednog zapisa u prilagođeni zapis za neki drugi, drugačiji, tiskarski stroj. Prva standardizacija u digitalnom tiskarstvu. (2) Upravljanje zapisima failova koji su poslani različitim tiskarskim uređajima za izradu tiskovne forme (CTP) uvjetovano tehnikom tiska *heatset* ili *coldset*, *heat folder* distribuira kao odvojene dokumente.

⁵ IRD tehnologija (engl. *infrared design*)

pritiskom, otiskuje se na papir. Uveden je princip tehničke materijalne tiskarske forme. Tisak “Gutenbergovom prešom” ponavljao se više puta, a s iste tiskovne forme. Nakon umnožavanja jedne stranice slova bi se razložila, a potom koristila za slaganje neke druge stranice. Umnožavanje knjiga postalo je višestruko praktičnije od ručnog prepisivanja. S pomoću olovnih slova stvoren je novi oblik tiska koji se proširio prema novoj tehnici ilustracije. Na istoj su stranici izvođeni ukrasi, crteži, dorade u različitim kombiniranim tehnologijama. Višestruka naklada znatno je pomaknula i unaprijedila različite načine uveza knjige.

Ideja Gutenbergovih pomičnih slova raširila se svijetom i ostala pet stoljeća, sve do digitalne definicije slovnog znaka. Niz novosti u XX. stoljeću oslonjen je na programska rješenja u tipografiji, manipulaciji bojama i drugim vrstama grafičkih poslova: od slaganja slova, samog tiska i uveza knjižnog bloka [1]. Novi je Gutenbergov pokret digitalni tisak, gdje je tiskovna forma nematerijalna. Gutenbergu se uvijek možemo sentimentalno vraćati kao našem temeljnom odgoju.

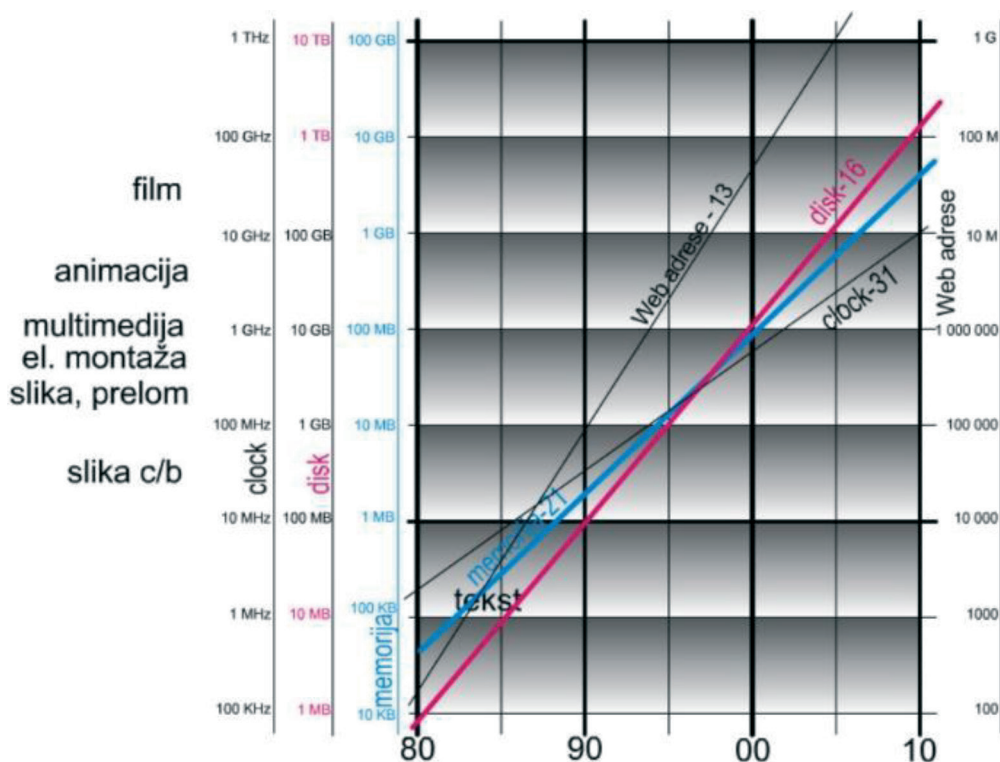
Prije tridesetak godina, čitamo u nomenklaturi zanimanja, u udžbenicima srednjoškolskog zanimanja za grafičko tiskarsku industriju, bilo je pedesetak različitih zanimanja, prema čemu se odvijao raspored djelatnika u tiskarama. Zanimanja su bila autonomna, nepovezana. Sindikalno strogo razdvojena: slagar, tiskar, montažer, reprofotograf⁶, rezač, jetkač itd. A u odjelima ambalaže su oni koji, npr. pakiraju, lijepe, savijaju, štancuju, miješaju boje.

Koncem XX. stoljeća automatizacija i robotika ugnijezdile su se u tiskare. Izrada CTP (engl. *computer to plate*)⁷ tiskarske forme doživjela je nekoliko generacija u kratkom vremenu. Automatizacija te nova i nova softverska rješenja su se izmijenili, izbacili svaku pomisao na temu ‘nomenklature zanimanja’. Uz svaku tehnološku izmjenu počinje učenje, trening o novom načinu upravljanja. “Filozofija proizvodnje” mijenja se brže od prakse i prekvalifikacije. Veći dio tadašnjih znanja i iskustava više nije potreban. Dogodile su se bitne promjene u samo desetak godina. Postavlja se pitanje: Zašto knjiga nije jeftinija, zašto novine nisu pojeftinile?

Knjiga, novinske vijesti pišu se na različitim mjestima, dislocirano. Novine se tiskaju u gradu gdje je isporuka; u kiosk, dućan, na kućnu adresu (individualizacija). Dnevne papirnate novine u istom se trenutku, primjerice, počinju prodavati u Zagrebu, Osijeku i Frankfurtu. Danas ih prati i e-izdanje, što smanjuje brojeve tiskane naklade, a spajaju se softverske računalne vještine s postupcima u njihovoj tehničkoj izradi.

⁶ **reprofotografija (reprodukcijaska fotografija)**, dio grafičke pripreme u kojem se jednotonske i višetonske ilustracije (npr. crteži i fotografije) prevode u oblik prikladan za tisak

⁷ **CTP** (engl. *computer to plate*), izrada tiskovne forme: materijalna kao ofsetna ploča ili digitalna u *inkjet* pisačima ili pisačima s tonerom (prah)

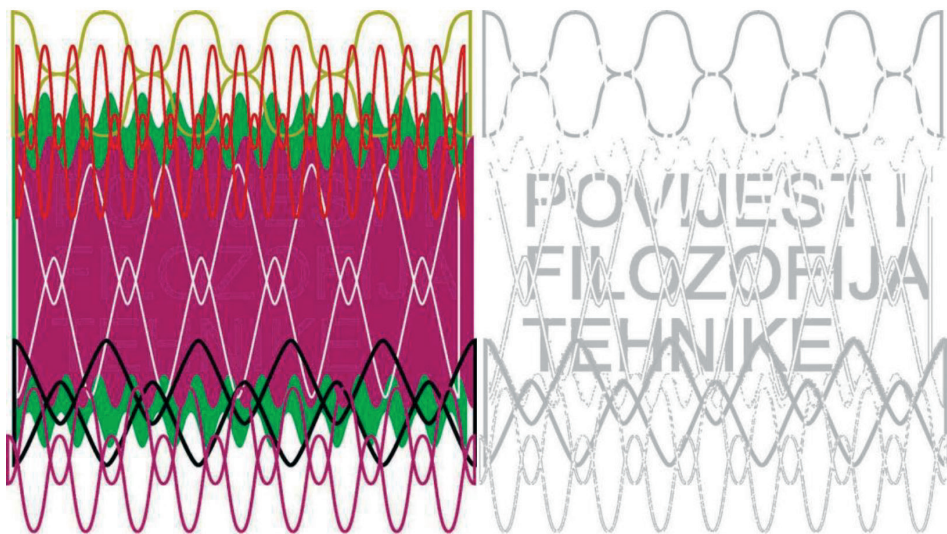


Sl. 1.: Grafička, tiskarska industrija ovisno o razvoju tiskarstva (na apscisu upisati "godina")

Promjene u tiskarskoj tehnici paralelne su s razvojem i primjenom računalne tehnike. Grafičko je područje obilježeno novim načinom rada, novim strojevima u poglavljima: digitalizacija crno-bijele slike, prijelom stranice s integracijom slike u boji i teksta, multimedijско prikazivanje knjige i novina, animacija sve do filmske proizvodnje. Kompjuterska akceleracija predstavlja se veličinama: brzina, memorija, diskovi, internet. Napredak je takav da se jedino na logaritamskoj skali može prikazati trend razvoja osobnih računala, slika 1. Postavljeno je pitanje: Za koliko će mjeseci će biti dvostruko veće vrijednosti svake pojedine varijable (uz jednake novčane investicije)? Udvostručenje se postiže za 21 mjesec kad se promatra memorija računala, 31 mjesec kad se promatra brzina računala, 16 mjeseci za diskove, a samo 13 mjeseci za web – internetsku primjenu. Logaritamski oblik linearne regresije određen je podacima od 1980. do 1999. godine. Na grafikonima, slika 1., povučena je ekstrapolacija do 2010. godine. Danas će mjerenja i neke nove varijable pokazati drugačiji trend, ali još uvijek eksponencijalni razvoj.

1. Novi postupci sigurnosnog tiska

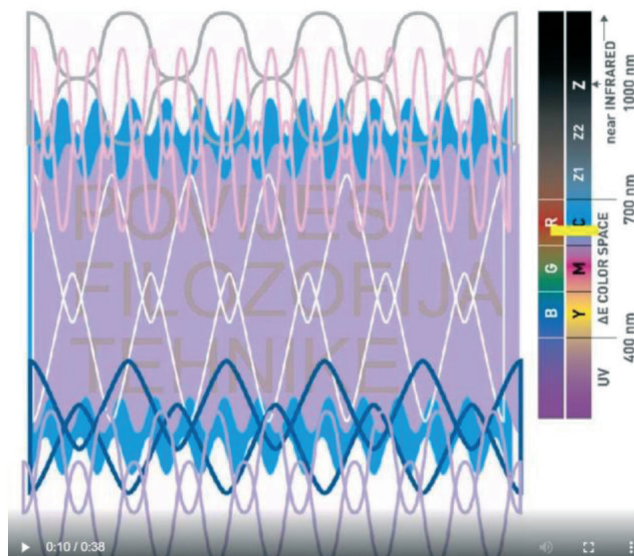
Prijašnja je zaštita vrijednosnica uvodila posebne spot boje⁸ i višestruke vrste tiska na istom dokumentu. Za izradu linijske grafike korištene su mehaničke naprave koje su ponavljale, njihale svjetlosni izvor pri osvjetljavanju filma (giosh). Današnje grafike izvode se programiranjem, najpreciznije u *PostScriptu*⁹. Novost je proširenje kao softversko ugnježđenje više slika na istom mjestu, koje se prepoznaju s različitim filtrima, barijerama svjetlosti u vizualnom, ultraljubičastom i infracrvenom spektru. Tehnika fotografiranja (reflektografija) proširena je s filtrima u području od 260 nm do 1000 nm. Primjena je u dokazivanju originala dokumenata, potpisa, pa sve do forenzičkog ispitivanja umjetničkih slika. Naša je ideja da reprodukcije, monografije za lijepu umjetnost, promijene tehnologiju umnožavanja knjiga koje nose informacije o vrijednim radovima koji su nastali u dalekoj povijesti. Uključuju se nova znanja o tisku koja simuliraju bojila i u infracrvenom spektru. Sva bojila, sve tvari, imaju vlastita svojstva apsorpcije, refleksije i transparencije svjetla, i u vizualnom, i u bliskom infracrvenom spektru. Dizajn današnje linijske grafike prikazan je na slici 2. kao skup sedam vinjeta koje skrivaju kratak tekst, a koji se otkriva tek nakon 800 nm.



Sl. 2.: Sigurnosne vinjete u a) vizualnom, b) bliskom infracrvenom spektru

⁸ **spot boje**, miješane boje, osnovni tonovi boja fizički se miješaju prije procesa tiska kako bi se dobila određena nijansa miješane boje

⁹ **PostScript**, programski jezik za programiranje laserskih pisaa



Sl. 3.: Transformacija boja vinjete (640 nm) (/cigra20.mp4)

Na slici 3. prikaz je vinjete s blokadom svjetla na 640 nm. U toj blokadi nema više žutog svjetla, ima malo crvenog. Zelena je boja u vizualnom spektru bez žute komponente pa je ta vinjeta prikazana kao plava. Vinjeta je skenirana s 24 blokade svjetlosti. Spojene fotografije prezentiraju se kao animacija na adresi www.vilko.ziljak.hr/cigra20a.mp4. Učimo o svjetlosti, o bojama i boji-lima te o mogućoj raskoši današnje sigurnosne grafike.

Novosti su danas IRD separacije boja, računalno programsko slaganje tiskarskih bojila, individualizirani rasterski oblici, stohastika u mikroprogramiranju [2]. Linijska vektorska grafika postiže se isključivo ciljanim redoslijedom slaganja bojila. Vinjeta na slikama 2. i 3. sastoji se od bojila čije su recepture dane u tablici 1.

Tablica 1.: Redoslijed tiska *over print* i podaci za komandu *setcmykcolor* u *Postscriptu*

	Spot bojila i recepture	C, M, Y, K %
1.	vinjeta, podloga, zelena	100, 0, 100, 0
2.	pozadina teksta, crveno	30, 100, 30, 0
3.	tekst, crveno	0, 70, 0, 30
4.	bijela vinjeta	0, 0, 0, 0
5.	vinjeta smeđa, gore	0, 0, 100, 35
6.	vinjeta crna, dolje	100, 100, 100, 30
7.	vinjeta crveno, dolje	30, 100, 30, 0
8.	vinjeta crvena, gore	0, 100, 100, 0

Boje 2., 3. i 8. blizanci su crvene boje, koje skrivaju tekst “POVIJEST I FILOZOFIJA TEHNIKE”. Bojila koja sadrže 30 % karbon crne komponente apsorbiraju svjetlost na 1000 nm, slika 2. Redoslijed prekrivanja vinjeta, simulirajući redoslijed tiska, odgovoran je za međusobno presijecanje linija koje se detektiraju u vizualnom i NIR spektru. Poseban naglasak dajemo bijelom bojilu koje ima redoslijed 4. To bojilo presijeca i dijelove teksta koji je tiskan prije nje (3.). Bijela vinjeta (4.) presijecana s bojilima 6. i 7. Planiranje linija i njihovih bojila, slike 2. i 3., prijedlog je dizajniranja sigurnosnih dokumenata. Takav otisak nije moguće fotokopirati s namjerom reproduciranja ili krivotvorenja.

2. Ambalaža DJ¹⁰

Početkom XXI. stoljeća još je u povojima bio digitalni tisak, s malom primjenom i malom količinom prerade papira. Programira se elektroničko upravljanje nanosa količine tonera ili tinte. Tehnike konvencionalnog tiskarstva smanjuju se u korist digitalnog doba izdavaštva. Jedino je grafička dorada, proizvodnja ambalaže, ne samo ostala nego se i povećala. Svjedoci smo nove stepenice, novog kuta u razmišljanju i primjeni robotike u proizvodnji tiska, rezanja, savijanja, lijepljenja i pakiranja.

Prije trideset godina razdvojeno je dvadesetak zanimanja za tehničke poslove u odjelima ambalaže, tzv. doradni poslovi. Svakoj specijalizaciji pridružen je opis pa su kroz takve dokumente sindikati vodili borbu protiv poslodavaca. Danas je ista osoba uz računalo, na praćenju odvijanja tiska, aktivna u prepoznavanju podataka koji dolaze iz kompleksne integrirane tehničke doradne linije.

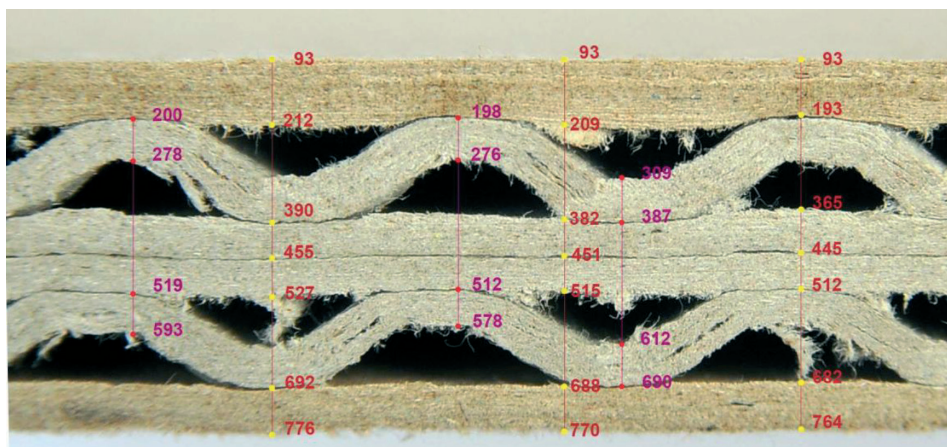
2.1. Ambalaža od valovitog kartona

Ilustrirajmo današnju doradu kroz proizvodnju kutija koje će se upotrebljavati u pakiranju voća i povrća. U neposrednom vremenu razrađuje se razredba, terminologija i rječnik “čvrstoće ambalaže od valovitog kartona”. Za izradu ravnih slojeva korišteni su papiri: *šrenc*¹¹, smeđi *testliner*¹², bijeli *testliner* i

¹⁰ DJ (engl.)

¹¹ *šrenc papir*, običan papir za zamatanje, slabih mehaničkih svojstava i lošeg izgleda, služi za pakiranje, a najviše kao unutarnji ravni sloj u valovitom kartonu

¹² *testliner-papir* ili *kraftliner papir*, ravni donji i gornji dio sloja ambalažnog papira gramature 110-225 g/m². Koristi se za višeslojnu (troslojna, peteroslojna) valovitu ljepenku u ambalaži. Uzimajući u obzir vizualni izgled i tehničke značajke, pogodan je za tisak kutija da bi se bolje istaknuo logo, poruka, kod ili reklama.



Sl. 4.: Mikroskopska fotografija komponenti valovitog kartona u "piksel mjerenju"

*kraftliner*¹³, dok su za izradu valovitih slojeva korišteni *semi-chemical* papiri. Ispitani su različiti uzorci valovitog kartona. Kutije su izrađene na automatskom stroju za štancanje *Bobst* te na automatskom stroju za formiranje kutija lijepljenjem *Teco 2*. Tijekom ispitivanja uzorci kutija vade se iz hladnjače, gdje su kondicionirani uvjeti vlage i temperature te se izlažu vanjskim (dnevnim) klimatskim uvjetima. Jedan ciklus podrazumijeva boravak kutija u komori hladnjače 24 sata pri konstantno niskoj temperaturi od 2 do 4 °C i visokoj relativnoj vlažnosti zraka od 75 do 85 %. Nakon toga dolazi kratkotrajno izlaganje (15 minuta) u promjenjivim vanjskim uvjetima, uglavnom relativno visoke ljetne temperature i relativno niske vlažnosti zraka uz prisutnost snažnog sunčeva zračenja. Time se simulira stvarna situacija pri distribuciji. Rezultat tih promjena apsorpcija je i desorpcija vlage iz zraka, kojima valoviti karton svakim ciklusom postaje sve slabiji.

Mehano-apsorpcijske deformacije koje nastaju u valovitom kartonu posljedica su tlačnog puzanja (engl. *creep*) kutija. Ispitivanje sastavnica peteroslojnog valovitog kartona podrazumijeva mjerenje svih komponenata: vanjski ravni sloj, vanjski valoviti sloj, srednji ravni sloj, unutarnji valoviti sloj, unutarnji ravni sloj. Uveli smo optička mjerenja, fotografska preciznost. Postavlja se pitanje: Kako će izgledati valoviti karton na početku, zatim nakon tretmana vlagom, transporta, te kolika je trajnost u svakom od uporabne promjene? Na slici 4. prikazan je presjek kartona uz informacije o mikrodebljinskim veličinama.

Ispituje se gramatura, debljina, otpornost na prskanje, otpornost horizontalne površine valovitog kartona na tlačnu čvrstoću, otpornost vertikalne površine kartona, sadržaj vlage u kartonu, otpornost valovitog kartona na dinamičko

¹³ **kraft-papir**, papir od dugih četinjačkih vlakana sulfatne celuloze, najboljih je mehaničkih svojstava, služi za izradu papirnatih vreća i kao ravni sloj valovitog kartona

probijanje, otpornost kutije na tlačnu čvrstoću, relativna vlažnost zraka u hladnjači, relativna vlažnost zraka u okolišu, temperatura hladnjače i temperatura okoliša. Postavljamo nova programska rješenja kao osnovu za izračunavanje deformacija nastalih zbog invazivnih djelovanja na valoviti karton, te izučavanje meteoroloških utjecaja koji mijenjaju geometriju mikrostrukture takvog ambalažnog materijala. Svi takvi podaci postaju važni u trenutku kad se ambalaža prijavi za dokazivanje ispravnosti glede čvrstoće, podlijeganja transportnim manipulacijama ili krivotvorenja.

2.2. Označivanje ambalaže IRD postupkom

Budući da tiskara ima mogućnost uvesti individualnu IRD sigurnost, dodajemo opis i praksu zaštite proizvoda realiziranog u tiskari. Uvodi se softverska, individualna infracrvena sigurnosna informacija. Budući da Z (infracrvena) slika nije vidljiva, ona ne remeti zadani dizajn ni zadane tekstove, slike i obvezne grafike kao, npr., dvostruki barkod. Prijedlog sigurnosti ambalaže temelji se na uvođenju separacije boja nakon provedenog GCR¹⁴ postupka razdvajanja procesnih bojila.

3. Automatizacija i novi postupci u tiskarskoj tehnologiji

Današnje grafičke tehnologije imaju nov ustroj u upravljanju tehnikom tiska, razvijanju programa za obradu slike, korištenju baza podataka, spajanju slike i teksta. CIP3¹⁵ (engl. *prepress, press, postpress*) spojio se. Do prije desetak godina postojale su odvojene radne jedinice: one koje su se usavršile za slaganje teksta, za tisak, za poslove uveza. Radni tok se promijenio. Već na prvom planu (engl. *prepress*) dodaje se informacija o završnim poslovima na izradi ambalaže: savijanje, užljebljivanje, etiketiranje, pakiranje za otpremu. Tok proizvodnje definiran je na početku prilikom definiranja radnog naloga. Naglašavamo povezanost jer je isti djelatnik u poslovima pakiranja, tiska, izrade separacije boja i slaganja teksta.

¹⁴ **GCR** (engl. *gray component replacement*); zamjena sive komponente; smanjivanje CMY vrijednosti dodavanjem crne boje obuhvaća cijeli vizualni spektar; tri bojila C, M i Y s jednakim količinama postaju crnog tona pa se zamjenjuju crnom bojom; ušteda bojila, posebno u novinskom tisku visokih naklada. To je početak naše digitalne separacije VZ koja provodi zamjenu C, M i Y bojila crnom, ali sa zadanim svojstvima karbon crne boje u NIR spektru.

¹⁵ **CIP3** (engl. *International Cooperation for Integration of prepress, press and post press*), međunarodna organizacija osnovana u svrhu spajanja proizvodnih faza: od pripreme za tisak (engl. *prepress*), preko tiska (engl. *press*), do dorade i pakiranja (engl. *postpress*)

Stalna usavršavanja, kao i potrebne prekvalifikacije, nužni su zbog napretka tehnologije kao i prilagodbe novim algoritamskim rješenjima. Strojevima novije generacije koji su kompatibilni s mrežnom integracijom pridružuju se program-ska rješenja u distribuciji informacija o zadanom proizvodu.

Specijalizacije nestaju, znanja se proširuju, a treninzi o novim vještinama za konkurentnu proizvodnju su svakodnevni. U proteklih četrdeset godina nastala je velika promjena u tehnici tiskarstva, novi strojevi, visoka robotika. Novosti su u korelaciji s razvojem računalne tehnike, nova su razmišljanja o upravljanju grafičkom industrijom. Računala su prvotno integrirana u odjele pripreme računalnog sloga. *Vjesnik*, dnevne novine, instalirao je fotoslog 1973. godine. Na uređajima fotosloga postavljeni su fontovi, tipografija najsloženijih područja: višejezična pisma, matematički slog već sedamdesetih godina. Na malim, osobnim računalima, takvi su fontovi instalirani tek sredinom osamdesetih, kao pokret pod nazivom DTP¹⁶ "stolno izdavaštvo". Zamjena olovnog sloga u tiskarama završena je sredinom osamdesetih godina.

Današnja proizvodnja nameće potrebu za sveobuhvatnom automatizacijom koja je dovoljno fleksibilna da podržava radne tokove koji integriraju standarde zapisa u PDF (engl. *portable document format*), tj. u oblik zapisa za izmjenu podataka u tekstu ili slikama neovisno o platformi na kojoj je instaliran programski sustav. Grafike i tekst vektorskog su opisa, što ne utječe na rezoluciju tiskarskog uređaja (PDF/X-1a). To je standard za izmjenu informacija koji limitira prostore obojenja koji nisu kompatibilni s procesima reprodukcije. Jezik *PostScript* (PS) postao je osnova za opis stranice i izradu operacijskih programa. Ispis je neovisan o uređaju gdje je referentni prostor obojenja u skladu s CIE (International Commission on Illumination) standardom. Dobro zamišljen TIFF format (engl. *tagged image file format*) za opis slika integrira svjetlinu i nijansu svakog piksela te se koristi već četrdeset godina.

Renderiranje¹⁷ i interpretacija opisa grafičke stranice preko deskriptivnog jezika ovisi većinom o hardverskim mogućnostima. Novija tehnologija programskog RIP-a (engl. *raster image processor*), tj. rastriranje kompozitnih PDF zapisa, puno je učinkovitija za automatizam proizvodnje od hardverske inačice koja je prvotno namijenjena za programski opis stranice.

Programska podrška uključuje i uporabu N-boja, odnosno HiFi (engl. *high fidelity color* – *hexacrome* tiska s ugradnjom ICC profila), sustava boja kao i odvojen prikaz spotnih boja od procesnih. Računalna sučelja omogućavaju upravljanje separacijama boja koje integriraju ICC profile¹⁸ (CMYK to CMYK), kao i spotne boje neovisno o izlaznom uređaju. Označivanje više objekata

¹⁶ DTP (engl. desktop publishing), stolno izdavaštvo

¹⁷ renderiranje, postupak stvaranja slike od nekog 3D modela s pomoću posebnog programa

¹⁸ ICC profile, skup podataka koji karakterizira ulazni / izlazni uređaj za boje ili prostor boja u skladu s normama koje je objavio Međunarodni konzorcij za boje (International Color Consortium – ICC), udruženje tvrtki osnovano s ciljem izrade i promoviranja otvorenog, primjenjivog na različite platforme i neutralnog sustava za upravljanje bojom.

istodobno (*grayscale*, sivi klin u rasponu od 0 do 255, CMYK¹⁹, RGB²⁰), zahtijeva ugradnju zasebnog profila boja kako bi se kalibrirala svaka za zasebni prostor, odnosno za ukupno tri profila. Ulazni profil modulima osigurava preslikavanje boja u neovisni prostor, čime se stvara mogućnost izrade tiskovne forme postupkom CTP²¹, ili fizičke ploče ili digitalne forme za digitalni tisak neovisno o izlaznom uređaju odnosno o hardverskoj komponenti. Osigurana je transformacija izlaznih tonova boja zapisom PDF te se proslijeđuje RIP-u (engl. *raster image processor*) za digitalno uređenje supstrata za otiskivanje. Konfiguriranje ulaznih mapa za ispis datoteka ovisi o korisnicima, gdje RIP nakon obrade briše svaki zapis (*hot folder* proces automatizacije) u slanju PDF-a na izlaznu CTP jedinicu s unaprijed definiranim postavkama. Osigurano je upravljanje zapisima prema više različitih izlaznih uređaja ovisno o tehnici tiska (engl. *heatset* ili *coldset* tiskarskim strojevima) ili se prebacuju u zasebni direktorij (engl. *folder*).

Administriranje programskog sučelja osigurano je korisnicima prema prioritetu ili statusu upravljanja. Odabiru se kriteriji koji utječu na tijek rada, ali svi se poslovi pohranjuju kako bi se smanjile naknadne korekcije. CTP uređaji podliježu algoritmima “postavkama boja” za svaki materijal i tehniku tiska posebno, a određuje se pokrivenost raster tonskih vrijednosti. Konverzije različitih ulaznih informacija moguće je korigirati, modificirati korektivnim krivuljama koje se ispisuju na *proof* pisačima velikog formata. Područja korekcije odnose se na slike u boji, tekst, PDF zapise u cjelini ili ulazne parametre u PPF-u²².

Algoritamska INFRAREDESIGN® separacija bojila određuje povećanje ili smanjenje udjela CMY komponente u odnosu na crni kanal ΔZ (infracrvena slika u rasponu mjerena na 900 nm) i približne jednakosti prema ΔE (mjerena veličinom razlike u boji) [3]. Izrada inačice GCR metode zahtijeva točnu vrijednost crnog kanala radi naknadne reprodukcije u IR području valne duljine Z1 (od 700 nm do 800 nm) i Z2 (od 800 nm do 1000 nm) [4].

Digitalna potvrda (kontrola) otiska (engl. *digital proofing*) kompatibilna je s profilima za ispis na ofsetnu ploču kao dokaz nematerijalne kvalitete odnosno podudarnosti s originalom. Linearizacija sustava osigurava iste kvantitativne vrijednosti ulaznih i izlaznih parametara koji se postižu konvencionalnim načinom reprodukcije. Potrebna kalibracija uređaja utječe na krivulju prirasta raster tonske vrijednosti koja je predviđena na *soft proof*²³ otisku nakon svake izmjene podloge otiska (papir, karton, polipropilen).

¹⁹ CMYK (engl. *cyan, magenta, yellow, black*), suptraktivna metoda miješanja boja, bojila u tiskarskoj praksi kojima se simuliraju svi ostali tonovi vizualnog spektra

²⁰ RGB (engl. *red, green, blue*), aditivna metoda miješanja boja (kamera, zasloni, televizori) za naše RGB oči (vizualni spektar)

²¹ CTP (engl. *computer to plate*), proizvodnja tiskarskih ploča izravno iz računala

²² PPF (engl. *print production format*), izvršni format za računalnu pripremu, tisak i grafičku doradu

²³ engl. *soft proof*, na zaslonu računala simulirana slika slike kakva bi se dobila na nekom drugom uređaju, primjerice korištenjem pisača

4. Doba računalne grafike i nove tehnike tiska

Grafički listovi dobivaju novi stil, posebnost, “miris računala”. Početkom sedamdesetih godina promoviraju se kod nas izložbe novog doba, “nova Gutenbergova galaksija”. U to doba razvijaju se sučelja za spajanje osobnih računala i videokamera. Eksperimentira se namjenskim elektroničkim računalima za vizualizaciju slike. Mnogi radovi ušli su u posebne primjene na televiziji: kao animirani filmovi, špice, najave novih tema u računalstvu i umjetnosti. Galerija suvremene umjetnosti šalje naše “digitalno slikarstvo” po svijetu s grafikama Vilka Žiljka.

Nije čudo da je dvadeset godina kasnije baš njemu predložio naš veliki grafičar Miroslav Šutej suradnju u kreiranju i dizajnu našeg novca ‘kune’ (krune). Pobijedili su na natječaju. Na kunske novčanice uvedeno je desetak modernih sigurnosnih grafičkih postupaka. Forsirana je vektorska grafika, nevidljive UV²⁴ boje te bojila koja ne apsorbiraju svjetlost iznad 700 nm. Mikrotekstom i mikrografikom izvedeni su hrvatska himna i grb te oznaka nominale u foliotehnici mikroleća. Izdvojena je IR grafika (do 1000 nm) na polovini nominale [5].

Skrivena infragrafika nastala je početkom XXI. stoljeća upravo u Zagrebu. Izvedeni su računalni modeli nove separacije boja prijelaza od RGB u CMYK pod nazivom IRD (INFRAREDESIGN®), CMYKIR [6]. Nevidljiva slika s ulogom individualne zaštite primjenjuje se na svim tipovima računala, za sve tehnike tiska, s konvencionalnim bojilima. Njoj manjka neki dio, točnije, ona mjesta gdje nema boje kao bjeline među slovima. Prihvaća se kompromis smanjenja skrivene grafike Z kako bi vizualni dizajn bio nepovrijeđen. Smjer računalnog grafičkog dizajna može biti i suprotan. Podrediti dizajn budućem IRS alatu (S, oznaka postizanja sivih bojila s jednakim količinama procesnih komponenti [6]).

Uvodimo sigurnosni tisak u sve tehnike tiska. Do inovacije IRD sigurnosni IR tisak (IRT) bio je privilegija i podređen kontroli države – nacionalnih banaka. Mi smo razotkrili, otvorili taj prostor, jer smo nova znanja o tiskarskim bojilima primijenili za izradu softverskog upravljanja izradom tiskovne forme, i digitalne i materijalno mehaničke (CTP). Uvedeni su novi pojmovi: ‘blizanci bojila’, ‘IRD skrivena slika’. Zbog programiranja računalnog rastriranja, bojila se opisuju numeričkim veličinama uz korištenje spektroskopije o apsorpciji svjetla u vizualnom i bliskom infracrvenom području [2]. Do pojave IRD-a zaštićena slika planirana je kao samostalna na izdvojenom mjestu na vrijednosnici, neovisno o ostalim grafikama. Uvodi se slika u slici s inovacijom u algoritmu računalne grafike. Osvojeno je do danas 130 nagrada na svjetskim izložbama inovacija [<https://www.infraredesign.net>].

²⁴ UV (engl. *ultraviolet*), ultraljubičasto područje ispod vidljivog dijela spektra

Razvili smo novu tiskarsku i slikarsku praksu koja uključuje vizualno (V) i blisko infracrveno (Z) promatranje dvostrukih neovisnih grafika. Uključuje nove VZ metode i postupke u dizajnu, tehnikama tiska, zaštiti grafičkog proizvoda. Izrađeno je nekoliko vrsta odjeće koja nosi skrivenu informaciju, skrivenu sliku [7]. U likovnu umjetnost uvode se forenzičke metode u postupak stvaranja, čuvanja i dokazivanja originalnosti likovnog djela. Svakom bojilu pridružuje se numerička Z vrijednost apsorpcije svjetla na 1000 nm. Slikar koristi ne samo kist nego i tehnička pomagala, NIR²⁵ kameru. On nanosi bojila na platno i stvara umjetničko djelo koje ima dvije slike za dva svjetlosna područja. Uvedene su nove metode u eksperimentalne procedure mjerenja parametara koji određuju opis boje kao i podatke o komponentama njihovih mješavina. Objavljaju se recepture kao linearni modeli izvedeni regresijskim analizama na temelju inovativnih postupaka mjerenja jednakosti boja: ΔEVZ umjesto ΔE , a po kojem rade mnogi noviji instrumenti u tiskarstvu, posebno ugrađeni u tiskarske strojeve. Eksperimentalno utvrđene numeričke veličine procesnih komponenata podređene su materijalima i tehnici tiska. Digitalni tisak omogućio je individualizaciju svakog proizvoda koji na sebi ima skrivenu sliku "izvučenu" iz baza računalnih "skladišta". Današnja tehnika tiskarstva podrazumijeva: stohastičke modele u dizajnu, VZ separacije boja, kontrolu apsorpcije svjetla, svojstva bojila i u vizualnom i u bliskom infracrvenom spektru [2].

PAG²⁶ reflektografija [2] novi je postupak u IRR-u²⁷, mnogo filtara i izbora blokada svjetlosti. Rezultat su 24 sekcije digitalnih zapisa unutar UV – NIR svjetlosnog prostora. Današnji grafički inženjer ušao je u prostor gdje su potrebna aktualna znanja, stalne dokvalifikacije, specijalizacije, treninzi.

5. INFRADESIGN® na ambalaži

Sigurnosni modeli u tiskarstvu podijeljeni su u dva programska modela. U prvom poglavlju članka predložen je model s vektorskom grafikom. U ovom se poglavlju INFRADESIGN® predstavlja kao višetonska slika (portret) za tisak s procesnim C, M, Y K bojilima. IRD je naš softver za sigurnosnu grafiku temeljenu na ideji spajanja slika u visokoj rezoluciji. Razrađene su metode "vibracije boja", "zbrajanje" vektorske i piksel grafike, blizanci boja sa "šiljastim" rasterskim oblicima (IRS, VZ) [8]. Tisak skrivenog koda, skrivene informacije izvodi se klasičnim četverbojnim tiskom: ofsetom ili digitalnim.

²⁵ NIR (engl. *near-infrared*), blisko infracrveno područje, područje infracrvenog dijela spektra (od 750 nm do 1100 nm) koje se koristi u bliskoj infracrvenoj spektroskopiji

²⁶ PAG, kamera s 24 filtra u rasponu od 260 nm do 1000 nm

²⁷ IRR, InfraRed reflektografija

Grafika izvedena GCR postupkom ne može se skenirati. Skeneri i fotoaparati su RGB zapisi. Čak i u forenzičkim instrumentima. Kako izvesti CMYK tisak, ponoviti? Kod fotografiranja s dvije kamere za V i Z stanje slike, teškoće stvara geometrija i osvjetljenje podređeno filtrima, izvorima svjetla za uska valna područja. Programiranje aberacija u fotografijama koje treba spojiti u pripremu jedinstvene tiskarske forme prouzročilo je opširne zadatke u prilagodbi numeričkih metoda obrade slike, kao i iscrpna eksperimentiranja s recepturama bojila dualiteta.

Razvijena je nova sigurnosna grafika, novi sigurnosni tisak. Bojilo S sastoji se od jednakih količina V bojila. Takvo je bojilo 'spot bojilo', ima jednak ton bojila kao i karbon crno bojilo K koje apsorbira svjetlost u NIR spektru [6]. Oba bojila, S i K, miješaju se softverski u planu dizajna. Neke tehnike tiska zahtijevaju miješanje bojila tek u dotoku bojila na valjke za razribavanje bojila. U takvom su slučaju bojila pripremljena prije tiska kao spot bojila.

5.1. Dva koda na istom mjestu ili skriveni kod

Na ambalaži svakog proizvoda nalazi se štapičasti kod: EAN²⁸ ili transportni kod. Na ambalaži ne smiju biti dva vizualna različita koda. Ako postoji plan za uvođenje dvaju ili više kodova na ambalažu, tad drugi kodovi moraju biti skriveni od čitača na blagajni. Naš je prijedlog uvođenje višestrukih informacija na ambalažu u obliku skrivenih IRD kodova, posebno kao QR kod²⁹ koji može nositi opširne tekstualne informacije [9]. Ideja je da se drugi kod, ili drugi kodovi, smjeste u zonu nevidljivosti. Infracrveni IRD/VZ tisak (IRT) naše je rješenje, što ovdje demonstriramo i kao tisak i kao NIR pogled. Ideja o skrivenom QR kodu polazi od želje da se opsežne informacije o proizvodu dohvate preko mobitela, a da sama grafika koda ne remeti vizualno rješenje ambalaže.

Tekstna informacija koju nosi skriveni QR čita se dodatnom NIR-Z kamerom (iznad 800 nm) i programom (i-nigma) koji imamo u mobitelu. Za opširne informacije dodaje se *web* adresa u QR kod. U dizajnu ambalaže dodaju se, u nevidljivu zonu, opširni podaci o proizvodu uključujući slijednost izrade proizvoda, katalozi kojima se potiče kupnja.

Višetonska slika i kodovi na ambalaži, slika 5., u V i Z dizajnu, slika 6., ilustriraju translaciju linijske grafike koje skrivaju QR kod: www.vilko.ziljak.hr/cigra20b.mp4. Adresa IRA³⁰ novi je dodatak tiskanom proizvodu. Na ambalaži je dvostruko više podataka koji su sadržajno dani u dvije razine

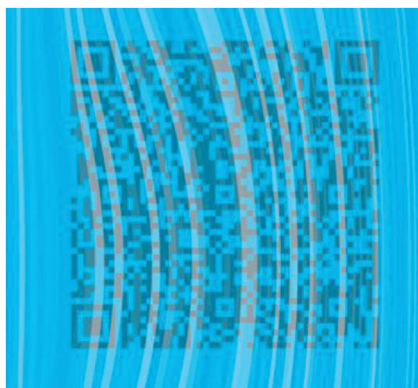
²⁸ EAN (engl. *European article number*), europski broj proizvoda

²⁹ QR (engl. *quick response code*), matrični štapičasti kod

³⁰ IRA (engl. *infrared art*), novi postupci u slikarstvu u vizualnom dizajnu (razvijeni u Hrvatskoj), slike u dualitetu (vizualna i skrivena Z slika) za blisko infracrveno područje



Sl. 5.: Skriveni jednotonski QR kod s višetonskim portretom na ambalaži



Sl. 6.: Skriveni QR kod, animacija 400 do 1000 nm

vizualizacije. Vezano uz dualitet IRT-a, ostavljamo čitateljima da razvijaju ideje o području primjene. IRT je isključivo stvar bojenja u sustavu blizanaca pigmenata. Oba koda mogu biti crna: S i Z [6]. Zbog crno-bijelog tiska ove knjige, elektroničko izdanje s bogatim rasponom boja daje se kroz animaciju.

Zaključak

IRT je ideja da se u sve vrste tiska uvede IR sigurnosna komponenta. To je softversko rješenje koje integrira piksel i vektorsku grafiku te multimedijske pristupe informacijama o proizvodu. Novi način slaganja slova, slike u svim vizualnim tehnikama. Skriveni tekst, skrivena slika imaju dvije novosti: a) skrivena je, ali postoji tisak s vidljivim bojilima a slika se ne vidi; b) takva struktura

ne omogućuje skeniranje ni kopiranje, a da bi se zadržale informacije u dva spektra.

Unatrag trideset godina tiskarska se tehnika drastično promijenila. U liniji realizacije grafičkog proizvoda spojeno je nekoliko posve raznorodnih tehnika: plošni tisak, duboki i visoki tisak, sitotisak, lijepljenje, UV sušenje. Na kraju je i digitalni tisak sa svojim najvažnijim svojstvima: individualizacija bojom, numeracija ili povlačenje slike iz baza podataka. U takvoj je proizvodnoj liniji pakiranje, adresiranje, priprema za transport. Svaka faza ima svoje vremenske odrednice, ograničenja. Grafički inženjer usko surađuje s programerom i plane-rom na zajedničkom zadatku: optimizaciji proizvodnje.

Infrared tisak tek je počeo svoj razvoj. On intrigira svojom istovjetnom vidljivošću i nevidljivošću. Otvara posve nove mogućnosti koje su do datuma otkrića bile nezamislive. Otkriće budi interes, nudi brojne mogućnosti rješavanja dizajnerskih zadataka i uključivanje različitih tiskarskih tehnika. *Infrared* tiskarstvo motivira nas da razmišljamo o primjeni u sustavu zaštite od krivotvorenja. Istraživanja i realizacije pokazuju da se primjenom IRT-a ravnopravno i jednako kvalitetno mogu izvoditi rješenja u zaštiti dokumenata, vrijednosnica ili brendova. IRT funkcionira i to je ono što nas je potaknulo da se tim bavimo. Na kraju, IRT tiskarstvo baštini ponešto od svojih Gutenbergovih prethodnika, IRT je odraz svojeg doba, doba računalne tehnike i novog znanja o pigmentima i tiskarstvu.

Literatura

- [1] Vilko Žiljak: State of the art in engineering of printing and graphic art, *Acta graphica*, Zagreb, srpanj, 2002.
https://www.ziljak.hr/vilko/VZbiografija/Clanak_ATZ_03_en.htm
https://www.ziljak.hr/vilko/VZbiografija/Clanak_ATZH_03_hr.htm
www.vilko.ziljak.hr/cigra20a.mp4animacija vinjete
www.vilko.ziljak.hr/cigra20b.mp4animacije QR coda
- [2] Jana Žiljak Gršić, Denis Jurečić, Vilko Žiljak: Bliska infracrvena spektroskopija sivih bojila za sigurnost računalne grafike, *Povijest i filozofija tehnike: 8. simpozij PIFT 2019.*, Zagreb, urednik Zvonko Benčić, Kiklos-krug knjige, str. 1101-1114.
- [3] Klaudio Pap, Ivana Žiljak, Jana Žiljak-Vujić: Image reproduction for near infrared spectrum and the infraredesign theory, *Journal of Imaging Science and Technology*, vol. 54, no. 1, 2010., pp. 10502-1-10502-9(9).
 DOI: <https://doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Technol.2010.54.1.010502>
- [4] Vilko Žiljak, Klaudio Pap, Žiljak-Stanimirović I. & Žiljak-Vujić J.: Managing dual color properties with the Z-parameter in the visual and NIR spectrum, *Infrared physics & technology*, Elsevier B.V., 55(4), 2012., str. 326-336.
<https://doi.org/10.1016/j.infrared.2012.02.009>

- [5] Jana Žiljak Vujić, Ivan Pogarčić, Zvonimir Sabati: Digital print of documents containing the infrared protection of information; Juraj Dobrila University of Pula, Faculty of Educational Sciences; *New Possibilities of ICT in Education*, edited by Maja Ružić-Baf, Janko Žufić, Pula, 2016, pp 103-112.
- [6] Jana Žiljak Gršić: Near infrared spectroscopy in print technology, *Polytechnic & Design*, vol. 5, no. 1, 2017., pp. 32-36.
[https://DOI:10.19279/TVZ.PD.2017-5-1-05-en](https://doi.org/10.19279/TVZ.PD.2017-5-1-05-en)
- [7] Vilko Žiljak, Kladio Pap, Ivana Žiljak: CMYKIR security graphics separation in the infrared area, *Infrared Physics and Technology*, Elsevier B.V., vol. 52., no.2-3, DOI:10.1016/j.infrared.2009.01.001, pp. 62-69. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350449509000103>
- [8] Vilko Žiljak, Jana Žiljak Gršić, Denis Jurečić, Tonči Jeličić: Near-infrared spectroscopy and hidden graphics applied in printing security documents in the offset technique, *Tehnički glasnik*, 13, 4(2019), p. 311-314.
<https://doi.org/10.31803/tg-20191004140247>
- [9] Jana Žiljak Gršić: Double QR code with cross color twins for visual and infrared spectrum, *Polytechnic & Design* Vol. 6, No. 3, 2018. p. 159-165. DOI: 10.19279/TVZ.PD.2018-6-3-14
<https://hrcak.srce.hr/file/307077>
- [10] Ivana Žiljak Stanimirović, Jana Žiljak Vujić, Branka Morić, Maja Rudolf: Security printing with colorant control in the UV, visual and infrared spectrum; *TTEM*, 2013., vol 8, no.2,5/6, pp. 480-485.
- [11] Denis Jurečić, Vilko Žiljak, Mensura Kudumović, Božica Kelčec Pester: Packaging with dual information for visual and infrared spectrum; *Acta Graphica*, 2018.,vol. 29, no. 2., pp. 41-46.
<https://hrcak.srce.hr/file/314843>
<http://www.actagraphica.hr/index.php/actagraphica/article/view/158/122>
- [12] Klaudio Pap, Ivana Žiljak, Jana Žiljak-Vujić: Process color management for producing double images, *Annual 2008 of the Croatian Academy of Engineering*, Book Series: Annual of the Croatian Engineering, Zagreb, (ed. Z. Kniewald); pp. 395-410.
- [13] Jana Žiljak Gršić, Denis Jurečić, Branka Morić Kolarić, Tonči Jeličić: The technique of security print on textiles with a hidden sign in the near-infrared spectrum, *Tehnički vjesnik/Technical Gazette*, 2020., vol. 27, no. 2., pp. 633-637.
<https://doi.org/10.17559/TV-20191001173959>
- [14] Ivana Žiljak Stanimirović, Rajendrakumar Anayath, Anastasios E. Politis, Branka Morić Kolarić: Reprodukcijska monografija umjetničkih djela uključujući vizualni i blisko infracrveni tisak, *Međunarodni znanstveni skup Tiskarstvo i dizajn 2020*, Grafički fakultet, Zagreb, 4. Lipnja 2020.
www.tiskarstvo.net/printing&design2020;
<http://www.tiskarstvo.net/printing&design2020/index2radovi.html>

Transformation of packaging production to digital integration 3P; Prepress, Press, Postpress

Denis Jurečić, Petar Miljković, Vilko Žiljak, Jana Žiljak Gršić

Abstract: The integrated system of packaging production increases its efficiency and is crucial for cost reduction and security in the final packaging processes. We propose infrared monitoring of the production with dual ZRGB cameras based on INFRAREDESIGN® procedures for controlling the quality of expanded information on today's packaging. The 3P system (Prepress, Press, Postpress) is the environment for the "online production of packaging", which aims to completely automate all processes, from the construction to the printing and the finalization of the packaged product. We add our IRD technology to established standards such as JDF (Job Definition Format), which improves the protocols for describing all steps in packaging production.

Keywords: INFRAREDESIGN®, printing digitization, twin colorants, ZRGB cameras, security print, packaging

