

## MOGUĆNOST REALIZACIJE ZLATNIH TONOVA SA ELEKTROFOTOGRAFSKIM PRAŠKASTIM TONERIMA

### POSSIBILITY OF REALIZATION OF GOLD TONES WITH ELECTROPHOTOGRAPHIC POWDER TONERS

Igor Majnarić<sup>1</sup>, Petra Zeljković<sup>1</sup>, Dean Valdec<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Getaldićeva 2, 10000 Zagreb,

<sup>2</sup>Sveučilište Sjever, Odjel za medijski dizajn, Trg dr. Žarka Dolinara 1, Koprivnica

#### SAŽETAK

Tehnologije digitalnog tiska sve su zastupljenije u grafičkoj industriji. U elektrofotografiji su se nekada koristile samo CMYK i BW tiskarski strojevi, dok je danas moguće realizirati i specijalne boje (bijela, zlatna, srebrna, fluorescentni CMY i lak). Otisci nastali sa zlatnim elektrofotografskim tonerom tako izgledaju vizualno uočljiviji što se može zahvaliti izraženim metalnim sjajem (reflektancijom). U ovom radu istražena je mogućnost realizacije metalnih nijansi (PANTONE) otisnuti u pokrivenosti s 10%, 20%, 40%, 70%, 100% RTV-a koristeći novu generaciju EA praškastim tonerom za tiskarski stroj Xerox Versant 180 Press. Pritom je dodatno ispitan utjecaj rastriranja odnosno dva tipa tipa okruglog rastera (AM raster i FM raster). Za provjeru uporabne mogućnosti ostvarenih metalik efekta (zlatni tonovi) isti motiv otisnut je sa dvobojnim tiskarskim strojem Heidelberg GTO 52 uz korištenje tiskarske boje Alchemy PANTONE 877C proizvođača Huber. Za ispitivanje korištena je standardna papirna tiskarska podloga (Maxi Gloss 170 g / m<sup>2</sup>). Na svim ostvarenim otiscima izvršena je kolorimetrijska usporedba elektrofotografija-ofsetni tisak uz određivanje CIEL\*a\*b\* kolorimetrijske vrijednosti (x-rite Exact) te izračun kolorimetrijske razlike u obojenje DE 2000, DL, DC (Oragin 8.5).

**Ključne riječi:** zlatna tiskarska boja, elektrofotografija, ofsetni tisak, CIE LAB DE

#### ABSTRACT

Digital printing technologies are increasingly present in the printing industry. In the past decade, the electrophotography printing process only used like CMYK and BW printing machines. Today it is possible to realize special effects (additional colors like white, gold, silver, fluorescent CMY, and clear). The prints created with gold electrophotographic toner look more visually noticeable, which can be attributed to the pronounced metallic gloss (reflection). In this paper, the possibility of realizing metallic shades (GOLD) printed in coverage with 10%, 20%, 40%, 80%, 100% of RTV was investigated, using a new generation of EA powder toner for the Xerox Versant 180 Press printing machine. The influence of two types of round print element types (AM frequency and FM frequency screening) was additionally examined. To check the usability of the achieved metallic effects (golden tones), the same motive was printed with a two-color printing machine Heidelberg GTO 52 with the use of printing ink Huber Alchemy PANTONE 877C by Germany producer MHM Holding GmbH. A standard paper printing paper (Maxi Gloss 170 g / m<sup>2</sup>) was used for testing. Colorimetric comparison of electrophotography and offset printing was performed on all realized prints with the determination of CIEL\*a\*b\* colorimetric value (x-rite Exact) and calculation of the colorimetric color difference CIE LAB DE2000, DL, DC (Origin 8.5).

**Keywords:** gold printing ink, electrophotography, lithography offset printing, CIE LAB DE2000

## 1. UVOD

### 1. INTRODUCTION

U posljednjih nekoliko godina na tiskanim medijima zamijećen je trend povećanja sadržaja realiziranih za specijalnim efektima. Takvo povećanje očituje se da na standardnom kolornom otisku možemo pronaći dodatne spotne boje (multicolour tisak), lakove, metalizirane folije, mirisne boje te područja sa djelomično izrezanim segmentima. Od svih ovih navedenih efekata najveća potražnja je za otiskivanje srebrne i zlatne folije, te po podacima najvećeg svjetskog proizvođača metalnih folija (KURTZ) prodaje izvrsno (porasla je veći od 700%). [1]

Postupak otiskivanja folijom se može izvoditi vrućim i hladnim postupkom. Tako će se kod toplog utiskivanja primjenjivati tiskarska tehnologija temeljena na principu visokog tiska koja posjeduje veliki pritisak i zagrijane metalne klišeje. [2] Hladni postupak bazira se na nanašanju boje ili laka pomoću ofsetne ili fleksografske tiskovne jedinice nakon čega slijedi dovođenje metalizirane folije u kontakt s otiskom. Ovaj efekt trenutno nema konkurencije jer se s naknadnim otiskivanjem UV sušivih tiskarskih boja ostvaruju različiti tonski efekti metaliziranog presijavanja. [3]

Alternativa takvom efektu je otiskivanje metalik tiskarskih boja. Da bi se s standardnim ofsetnim tiskarskim strojevima one mogle aplicirati, njihova svojstva se ne smiju značajno razlikovati od ostalih ofsetnih tiskarskih bojila. Takva ofsetna metalik boja biti će uglavnom jednokomponentna, te kako bi se zadržala točna reološka svojstva sadržava uobičajne komponente (tiskarska veziva, punila i dodatke). Razlika se tako očituje u korištenom anorganskom pigmentu koji ovisno o obojenju mogu sadržavati metale: srebro, nikal, titan, aluminij, cink, zlato, bakar, željezo, molibden i volfram. [4]

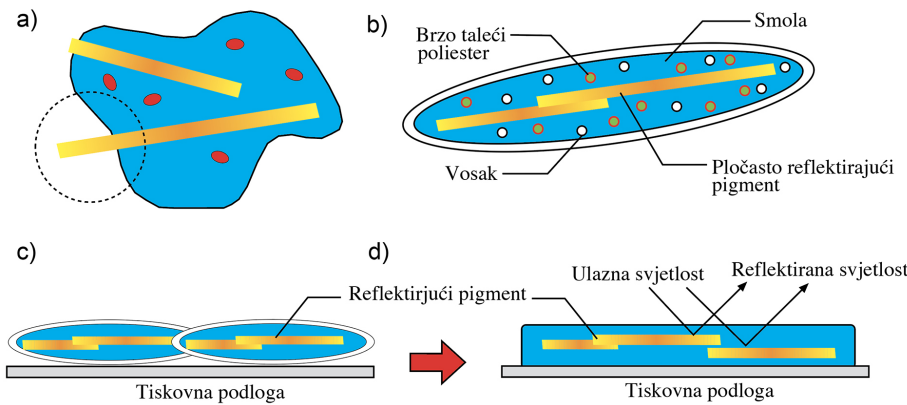
Za ostvarivanje zlatne nijanse tako primjenjuje se cijenom jeftinije mesing legure koje sadržavaju različite omjere Cu i Zn. Nijanse mesing legure tako mogu biti 70:30, 85:15, 90:10 čime se direktno utječe na zlatni ton [5, 6] Za otiskivanje na neupojne podloge primjenjuju se dvokomponentne metalik tiskarske boje. One se miješaju neposredno prije tiska

jer posjeduje potpuno drugačiji mehanizam sušenja (skrućivanje komponenti). Pritom se pigmentirana pasta miješa sa vezivom (noseća komponenta) pazeći da ne dođe do većeg zagrijavanja i promjene viskoznosti (miješanje u miješalicama max. 2 – 3 minute do temperature 60 °C). [7]

Potpuna novost u tiskarstvu je otiskivanje metalik tonova u tehnici elektrofotografije (EP). Tijekom elektrofotografskog otiskivanja svaki pojedini otisak nastaje u 6 faza: To su: stvaranje sloja nabijenog zraka na površini fotoreceptora djelovanjem korone (faza 1), selektivnim osvjetljavanjem fotoreceptora kako bi došlo do dolazi neutralizacije prethodno nabijene površine fotoreceptora (faza 2), nastajanje tonerske slike nastale nanosom obojenih i elektrostatski nabijenim česticama tonera na fotoreceptor (faza 3), prijenos praškastog tonera na papir usljed djelovanja prijenosne korone (faza 4), fiksirati čestice tonera zagrijavanjem ili utiskivanjem na papiru (faza 5) i završno čišćenje i pripremanje fotoreceptora za novo otiskivanje (faza 6).

Da bi se u EP ostvarilo zlatno obojenje s izraženim sjajem uz mogućnost primjene brzih xerografskih strojeva, potrebno je bilo izraditi novi tip tonera emulzijsko agregacijskog tonera. Po sastavu on će sadržavati: manje od 90% poliesterske smole, 10-20% koremičkog praha, 10-20%, aluminija (CAS 7429-90-5), manje od 10% voskova (CAS 8002-74-2), manje od 10% amorfnog silicija (CAS 7631-86-9), manje od 10% žutog pigmenta, nanje od 10% magente pigmenta i manje od 1% titan dioksida (CAS 13463-67-7). Razvoj ovakvog tonera ostvaren je postepeno gdje se je problem veličine pločastog metalnog pigmenta (pulverzacijskim načinom proizvodnje) riješio izradom emulzijskog agregacijskog tonera (slika 1a).

Tako će se kod novog zlatnog tonera pločasti pigment obložiti brzo taljivom poliesterskom smolom i voskom (smola) formirajući tako jedan ovalni elipsoidni oblik (slika 1b). Rezultat tomu je usmjereno padanje čestica tonera na tiskovnu podlogu (slika 1c) koji će se nakon fuziranja rastopiti i formirati konačan otisak ljuskaste strukture s izraženim sjajem (slika 1d). Na slici 1 shematski je prikaz strukture zlatnog tonera i njegovog vezivanja za tiskovnu podlogu. [8]



**Slika 1** Struktura zlatnog toner tvrtke Xerox: a) pulverizacijski tip zlatnog tonera; b) emulzijsko agregacijski zlatni toner; b) zlatni toner na tiskovnoj podlozi, d) konačan zlatni otisak

**Figure 1** Structure of Xerox gold toner: a) pulverized type of gold toner; b) emulsion aggregation gold toner; b) gold toner on the printing substrate, d) final gold print

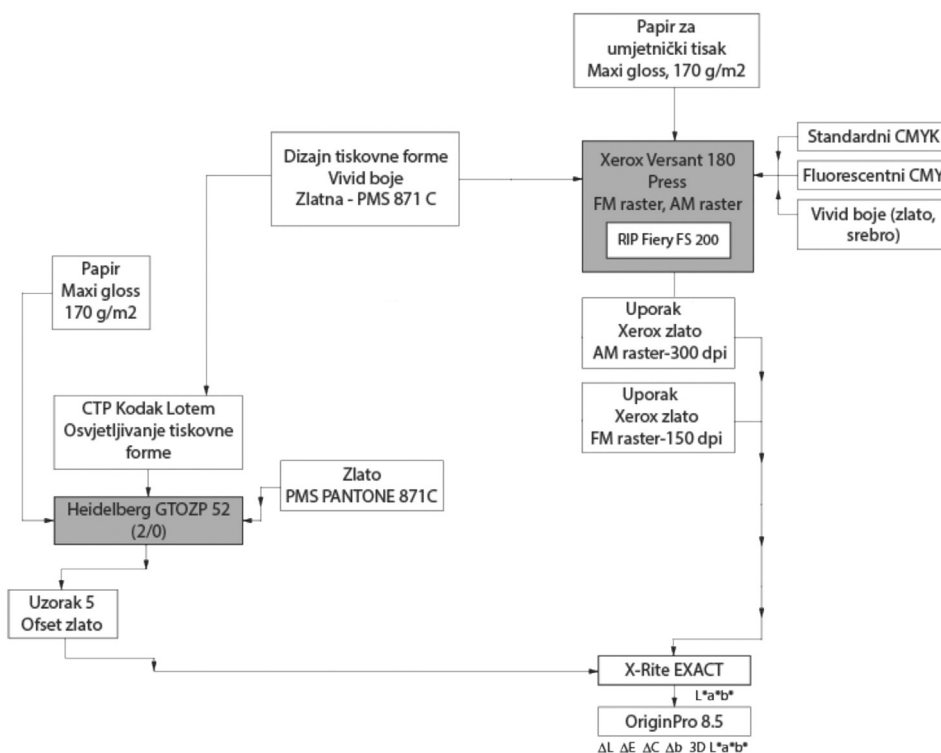
Izvor: <https://www.fujifilm.com/fbglobal/eng/company/technology/production/digital/gs.html>

## 2. EKSPERIMENTALNI DIO

### 2. EXPERIMENTAL PART

Glavni cilj ovoga rada je ispitivanje mogućnosti realizacije specijalnih efekata tiskarski stroj Xerox Versant 180 Press. Njegova karakteristika je da osim standardnog CMYK seta tonera može primjenjivati izmjenjivi fluorescentni CMY set te specijalni set tonera koji sadrži zlato, srebro, bijelu i lak. Zbog opsežnosti teme ovaj rad smo ograničili na testiranje samo zlatnog tonera te njegovu usporedbu s konvencionalnim načinom otiskivanja (ofsetni tisak sa jednokomponentnom bojom).

Realizacija ispitivanja započeta je definiranjem specijalne tiskovne formi dimenzija 320 mm x 450 mm koja je podešavana u Fiery FS 200 RIP kontroleru. Za generiranje višetonske slike i klina (od 5 do 100% RTV-a u koraku od 5 % RTV-a) korišten Adobe Creative Suite Illustrator (SGold kanal) kojeg prepoznaje tiskarski stroj Xerox Versant 180 Press. U RIP Fiery FS 200, variran je i tip rastera. Tako su testirani amplitudno modulirani raster (AM od 300 lpi) te frekventno modulirani raster (FM do 150 lpi). Otiskivanje je izvršeno na papiru za umjetnički tisak, Igepa Maxi gloss 170 g/m<sup>2</sup>.



**Slika 2** Shematski prikaz izvršenog eksperimenta

**Figure 2** Schematic presentation of the performed experiment

Za drugi dio ispitivanja korišten je klasični način otiskivanja (mali ofsetni stroj Heidelberg GTOZP 52). Pritom je napravljena standardna tiskovne forme (uz primjenu fotoosjetljivacem Kodak Lotem 400) s generiranim amplitudnim točkasti raster linijature 150 lpi. Pri otiskivanju korištena je identična tiskovna podloga Igepa Maxi gloss 170 g/m<sup>2</sup> i zlatna ofsetna boja Huber Alchemy Pantone 871 sa udjelom 70% bakra i 30 % cinka. Na dobiveni otiscima nasumično je odabrano 10 otisaka na kojima su izvršena kolorimetrijska mjerenja spektrofotometrom X-rite Exact karakterističnih polja od 10%, 20%, 40%, 80% i punog ton 100%. Iz dobivenih LAB podataka izračunate su razlike DL, DE, DC, Db, te je konstruiran i CIE LAB trodimenzionalni dijagram. Svi podaci prikazani su pomoću aplikacije Origin 8.5.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

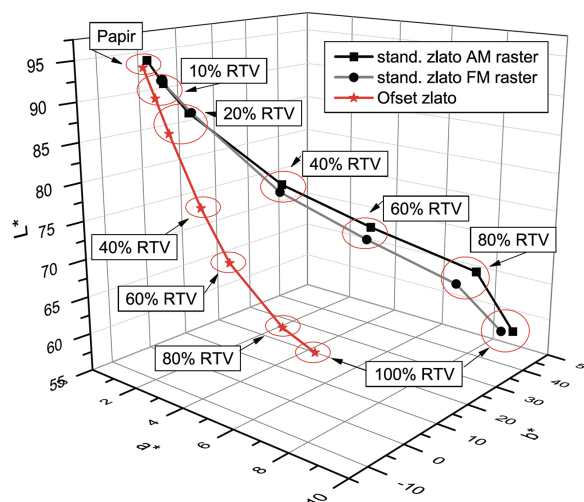
#### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Da bi se ustanovila kolorna razlika između zlatnih otisaka primijenjena je kolorimetrijska mjerna metoda. Primijenjeni uvjeti mjerenja bili su: način mjerenja M1, geometrija 45°/0°, svjetlosni izvor D50, standardni promatrač 2°. Pri izračunu kolornih razlika primijenjena je kolorna formula CIE LAB DE2000. Na slikama 3, 4, 5 i 6 prikazane su 3D krivulje reprodukcije zlatne boje, DE kolorne razlike između ofsetnog i elektrofotografskog zlatnog otiska, te nastale promjene u svjetlini (DL) i kromatičnosti (DC). Na grafikonima su također označena područja dozvoljene tolerancije po FOGRA standardu za probno otiskivanje.

Iz dobivenih grafikona vidljivo je da otisnuta ofsetna zlatna boja izgleda drugačije od elektrofotografske zlatne boje. Kod zlatne ofsetne boje zamijećena je točna reprodukcija zlatne nijanse PANTONE 871C u odnosu na PANTONE katalog (DE100%RTV = 1,63).

Međutim, otisci sa zlatni EA toner ostvaruju veću zasićenost i svjetlinu što je vidljivo odmakom od centralne akromatske osi. Promjene su nastale u žutoj koordinati (Db=20) i crvenoj koordinati Da=5. Razlog tomu može se pronaći u kompleksnijem sastavu tonera i većim nanosom EP tonera. Iz karakteristične krivulje vidljivo je površinska

pokrivenost utiče na realizaciju tonova pri čemu će povećanje tonske vrijednosti dovesti i do većih kolornih promjena. Elektrofotografski toneri tako će izgledati žući i crveniji. Postavke RIP-a (tip rastera) direktno će utjecati na realizaciju zlatnih tonova pri čemu će AM rastriranje ostvariti veće kolorne promjene u odnosu na idealni ofset (PANTONE 871C).



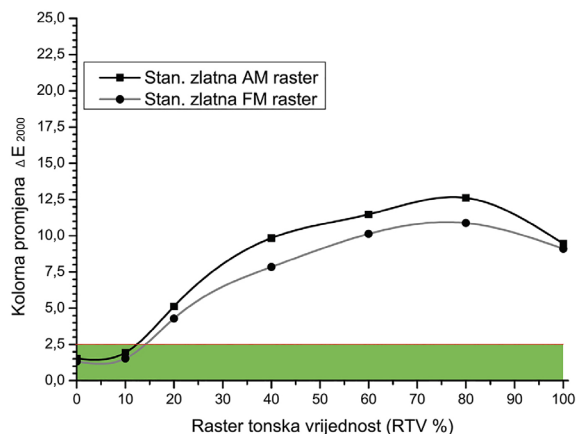
*Slika 3 3D LAB diagram otisnutih zlatnih boja na papiru za umjetnički tisak*

*Figure 3 3D LAB diagram of printed gold colors on art print paper*

Analizom ostvarenih kolornih promjena zamijećeno je da analizirana polja ostvaruju veće kolorne razlike od DE 2,5 (dozvoljena FOGRA tolerancija). Izuzetci su jedino najsvjetlija polja na kojima nema veće količine zlatnog tonera (najmanja pokrivenost na otisku). Srednja i tamna tonska područja ostvaruju najveće kolorne oscilacije što je direktni upliv primijenjenog rastriranja. Tako će se zlatne tonske vrijednosti korištenjem AM tipa rastriranja ostvariti veće devijacije čije razlika u obojenju doseže maksimalnih DEAM80%RTV= 12,5. Velika kolorna razlika ostvarena su i na području sa 100% RTV-a što iznosi DE100%RTV=7,9.

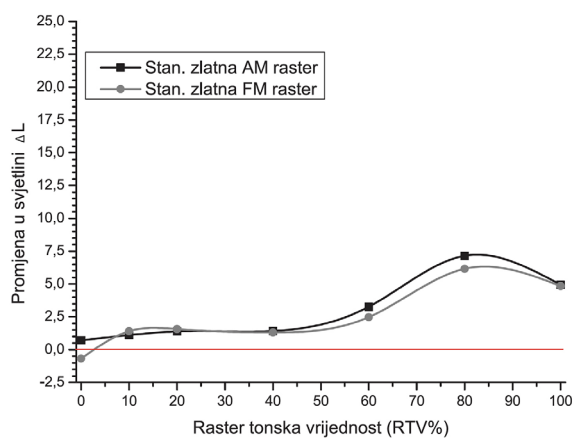
Detaljnijom kolorimetrijskom analizom ustanovljeno je značajnija promjena nastala po svjetlini otisnutih zlatnih tonova. Pritom će xerox otisci izgledati svjetliji u odnosu na ofsetne otiske. Najveću promjenu u svjetlini imati će tamnija područja slike što u maksimumu iznosi DLAM80%RTV= 7,1 i DLFM80%RTV= 6,2. Samim time ta područja će se razlikovati i u

svjetlini ako se promjeni način rastriranja. Male promjene zamijećene su i u tiskovnoj podlozi. Razlog tomu je plan eksperimenta gdje su ofsetni otisci otisnuti prije nekoliko godina (nastupila je blaga degradacija otisnute papirne podloge).



**Slika 4** CIE LAB DE kolorne promjena za otisnute zlatne boje na papiru za umjetnički tisak

**Figure 4** CIE LAB DE color difference for gold inks printed on fine art paper

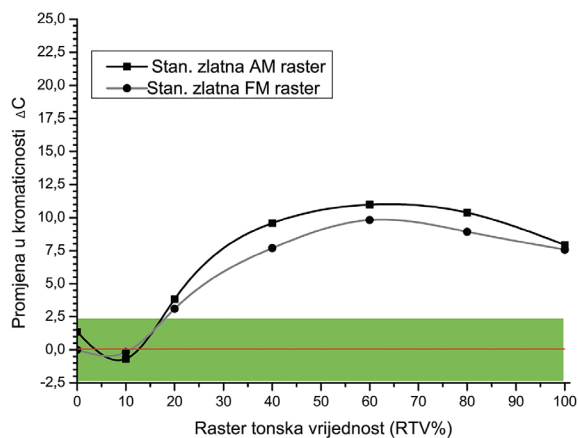


**Slika 5** Promjena u svjetlini ( $\Delta L$ ) za otisnute zlatne boje na papiru za umjetnički tisak

**Figure 5** Lightness difference ( $\Delta L$ ) for gold inks printed on fine art paper

U odnosu na ofsetni tisak kromatske promjene Xerox zlatnih otisaka su intenzivnije, te se je samo polje od 10% RTV-a dobro reproduciralo. Testna polja sa srednjim i višim tonskim vrijednostima ostvarile su glavninu ukupne kolorne promjene te svoj maksimum dosežu u području od 60% RTV-a (DCAM60%RTV= 11,0 i DCFM80%RTV = 9,8). Samim time ostvarena je i velika oscilacija od dozvoljene FOGRA tolerancije za probno otiskivanje. Tako će se

povećanje žutoće i crvenila više izraziti kod zlatnih tonova koji su nastali AM rastriranjem.



**Slika 6** Promjena u kromatičnosti ( $\Delta C$ ) za otisnute zlatne boje na papiru za umjetnički tisak;

**Figure 6** Chroma difference ( $\Delta C$ ) for gold inks printed on fine art paper

## 4. ZAKLJUČAK

### 4. CONCLUSION

Xerox zlatni otisci ostvareni su brzo i jednostavno (bez mješanja specijalnih PANTONE nijansi) što se prvenstveno može zahvaliti jednostavnoj modularnoj izmjeni tonera i razvijačkih jedinica. Međutim također je zamijećena i veća nepreciznost u ostvarivanju željene PANTONE zlatne nijanse.

Rip kontroler Fiery FS 200 značajno će utjecati na ostvarenu zlatnu višetonsku reprodukciju. Samim time Xerox EP tehnologija otiskivanja sa zlatnom bojom neće dati iste rezultate kao i ofsetna tehnologija otiskivanja (jednokomponentna zlatna boja nijanse PANTONE 871C).

Promjenom načina rastriranja (FM i AM tipa raster) ostvariti će se prosječne kolorne razlike u zlatnim EP otiscima od  $DE_{red}=1,06$  koje su vizualno najuočljivije u području od 40% RTV-a.

Varijacijom tipa rastera FM i AM zamijećene su blage oscilacije tonova po svjetlini koja će se bolje vidjeti u tamnijim rastriranim područjima (DC40\_80% RTV = 1,6).

Eksperimentalnim rastriranjem detektirane su i oscilacije obojenja po kromatičnosti koja će se najbolje uočavati u tamnijim rastriranim

područjima (DL60\_80%RTV= 2,45).

U budućem istraživanju ovog tima planira se provesti dodatno ispitivanje postavki EP printera uz primjenu adekvatnog colour management softwra kako bi se ustanovljena razlika korigirala te svela na minimum.

## 5. REFERENCE

### 5. REFERENCES

- [1.] Marco Hanisch, What makes cold transfer in sheetfed offset so successful, sustainable and future-proof, Conference presentation on Virtual Drupa 22.04.2021. <https://vimeo.com/539716410>.
- [2.] Hot Stamping and Cold Foil Transfer a Comprehensive guide Leonhard Kurz
- [3.] Walenski W.; Das Papier buch, Beruf + Schule Belz Kg; ISBN: 3880135843; Itzehoe 1999. Stiffing, 2011.
- [4.] Cold Foil Packaging [https://www.heidelberg.com/global/en/other\\_business\\_areas/solutions\\_for\\_the\\_print\\_industry/folding\\_box\\_production\\_1/packaging\\_news\\_1/cold\\_foil\\_1/expert\\_talk\\_6\\_\\_cold\\_foil.jsp](https://www.heidelberg.com/global/en/other_business_areas/solutions_for_the_print_industry/folding_box_production_1/packaging_news_1/cold_foil_1/expert_talk_6__cold_foil.jsp)
- [5.] Klain A. G.; Industrial Colour Physics, Springer, ISSN 0342-4111, Herrenberg 2010., Germany, str. 65-68,
- [6.] Wissling P.; et. al.; Metallic effect Pigments, Vincentz network, ISBN: 3-87870-171-3, Hannover 2007
- [7.] Gavran, Mijo.; Majnarić, Igor; Đaković, Darija; Morić, Marko, Otiskivanje metalik bojila u litografskom ofsetnom tisku, Tiskarstvo & Dizajn 2015. ur. Žiljak Vujić, Jana, Zagreb: FotoSoft, 2015. str. 29.
- [8.] Majnarić, I. (2015) Osnove digitalnog tiska. Zagreb, Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Str. 58 – 127.
- [9.] Arthur S. Diamond, Handbook of Imaging Materials, Marcel Dekker, Inc. New York, str. 173 -180, ISBN: 0-8247-8903-2
- [10.] Safety Data Sheet Replenisher–Gold version 3 for Xerox®Versant, <https://safetysheets.business.xerox.com/wp-content/uploads/2018/05/A-10246.en-us.pdf>