

KRATKOROČNA PONOVLJIVOST I UTICAJ PROFILA ŠTAMPE NA PROMENU RAZLIKE U BOJI U ELEKTROFOTOGRAFIJI**SHORT-TERM REPEATABILITY AND INFLUENCE OF THE PRINTING PROFILES ON COLOR DIFFERENCES IN ELECTROPHOTOGRAPHY**

Tamara Prošić, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Vremenska ponovljivost štampe predstavlja vrlo bitan faktor za kvalitetnu reprodukciju svakog štamparskog sistema. Da bi se osigurala ponovljivost potrebno je kontrolisati kvalitet grafičkih proizvoda i napraviti pravilan izbor osnovnih parametara štampe. Standardizacija štampe značajno pomaže u pravilnom upravljanju štamparskim sistemom i na kraju obezbeđenjem kontinuiranog kvaliteta reprodukcije. Kako bi ispitali ponovljivost i uticaj profila štampe na promenu razlike u boji u elektrofotografiji vršen je eksperiment na digitalnoj štamparskoj mašini štampom test karti i merenjem i analizom reprodukovanih vrednosti. Na ovaj način vrši se kontrola štampe i regulišu potencijalne greške u reprodukciji.

Ključne reči: Digitalna štampa, elektrofotografija, ponovljivost štampe, razlika u boji

Abstract – Temporal consistency in printing is a very important factor for better reproduction of each printing system. In order to ensure repeatability, it is necessary to control the quality of graphic products and to make a proper choice of basic printing parameters. Standardization of printing system helps significantly in the proper management of the printing system and ultimately ensures high-quality continuous reproduction. In order to examine the repeatability and influence of the printing profile on color difference in electrophotography, an experiment was performed on a digital printing machine by printing test print and measuring and analyzing reproduced values. By this method, print control process is being applied and potential errors are being fixed.

Keywords: Digital print, electrophotography, printing repeatability, color difference

1. UVOD

Cilj ovog rada jeste procena uticaja kratkoročne ponovljivosti na promenu razlike u boji sa promenom vrednosti svetline u elektrofotografiji pri primeni različitih štamparskih profila. Elektrofotografija je vrsta digitalne štampe koja ne poseduje štamparsku formu sa fiksnom slikom, već se ona stvara iznova za svaki novi otisak [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Sandra Dedijer, docent.

Osnovni uticajni parametri na ponovljivost su štamparski sistem, toner i podloga za štampu. Činjenica je da količina boje koja se prenosi u procesu štampe na štamparsku podlogu se uvek razlike u nekoj meri u nekoj meri, a kako elektrofotografija kreira novu formu pri svakom otisku ovi faktori mogu bitno da utiču na vremensku ponovljivost reprodukcije [2].

Kako bi se obezbedila kontinuirana i kvalitetna štampa organizacije za standardizaciju uspostavile su određene norme i odredbe kojima je potrebno voditi se. Standardi su zvanični dokumenti sa zahtevima koji se odnose na proces reprodukcije i sam proizvod. IDEAlliance Digital Press program sertifikacije opisuje procedure i tolerancije za sertifikaciju digitalnih štamparskih sistema.

Ovaj program zahteva ispitati: kolorimetrijsku kontrolu, ponovljivost štampe i kratkoročnu ponovljivost [1]. Kontrola štampe vrši se štampom testova, merenjem reprodukcija i računanjem razlike u boji ΔE . Prema preporukama IDEAlliance za razliku boji koristi se formula ΔE_{00} koja omogućava bolju koleraciju između izmerene i opažene razlike u boji. Tolerancija razlike u boji za kratkoročnu ponovljivost ne bi trebala da prelazi vrednost 3. [3] Razlike u boji se razlikuju u odnosu na način na koji se boje konvertuju.

Način konverzije zapisan je u profilu dokumenta. Profili se smatraju numeričkim konekcijama između vrednosti boja ulaznih ili izlaznih vrednosti uređaja i CIE XYZ ili $L^*a^*b^*$ vrednosti [4]. Profili predstavljaju uputstva i specifikacije za podatke, otiske i kontrole štampe. U ovom radu korišćeni su SWOP2006 Coated, FOGRA 39L Coated i Gracol2006 Coated kao profili za štampanje test karti. FOGRA 39L coated i GRACOL2006 coated namenjeni su za podloge sa umerenom količinom optičkih izbeljivača, dok SWOP2006 Coated je većinski namenjen za podloge bez optičkih izbeljivača. Usled različitosti koje karakterišu ove profile dolazi i do različite reprodukcije a sa tim i razlike u bojama reprodukcije [5].

2. REZULTATI I DISKUSIJA

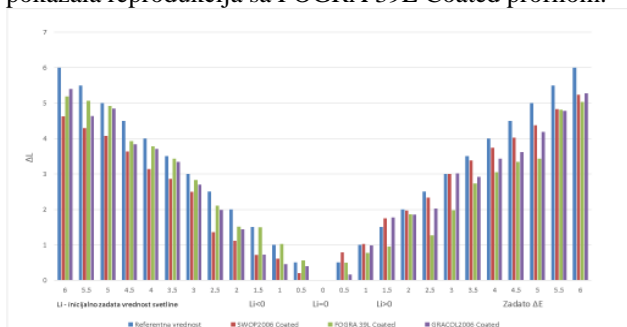
Eksperimentalni deo rada bavi se ispitivanjem kratkoročne ponovljivosti i uticaj profila štampe na promenu razlike u boji u elektrofotografiji. Prilikom izvođenja eksperimenta štampane su test karte za 2 boje: crvenu i zelenu. Svaka test karta sadrži 25 polja između kojih je menjana vrednost svetline u koraku od 0,5. Štampana su tri seta tabaka za obe boje. Prvi set odštampan je sa SWOP2006 Coated profilom, drugi sa FOGRA 39L Coated profilom i treći sa GRACOL2006

Coated profilom. Sva tri seta, za svaki profil i obe boje štampani su u 3 vremenska trenutka: u nultom času izvođenja eksperimenta, nakon 1h i nakon 24h od početka izvođenja eksperimenta. Merenje odštampanih tabaka vršeno je spektrofotometrom Techkon SpectroDens Premium, koji je podešen tako da se mere Lab vrednosti, sa standardnim posmatračem od 2 stepena i standardnim osvetljenjem D50. Kalibracija uređaja vršena je na beloj pločici pre samog merenja. Za računanje razlika u boji korišćena je formula ΔE_{00} . Rezultati i analiza rezultata prikazani su kroz tri različite analize: Reprodukcije svetline, razlike u boji i kratkoročne ponovljivosti. Kalibracija same mašine, Xerox Versant 80 Press, izvršena je pre svakog štampanog seta.

2.1. Analiza rezultata crvene boje

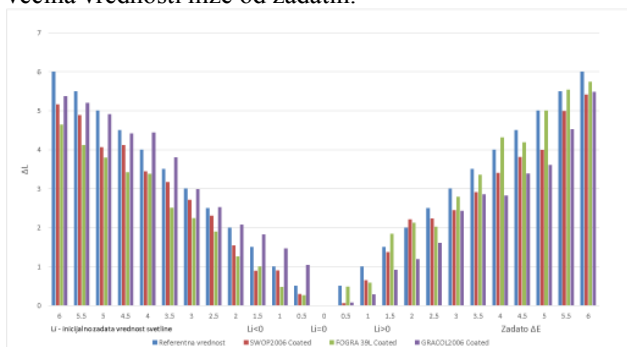
2.1.1. Rezultati i analiza rezultata reprodukcije svetline

Na slici 1 prikazane su izračunate vrednosti razlike u svetlini za crvenu boju za nulti sat, odnosno prvi set tabaka za sva tri profila. Pored ovih vrednosti plavim stubićima prikazana je referentna vrednost koja predstavlja zadatu vrednost svetline. U ovom slučaju primećujemo da najmanje odstupanja od referentnih vrednosti ima reprodukcija sa SWOP2006 Coated profilom, iako se u sniženim vrednostima svetline bolje pokazala reprodukcija sa FOGRA 39L Coated profilom.



Slika 1. Grafički prikaz razlike u svetlini za 0h

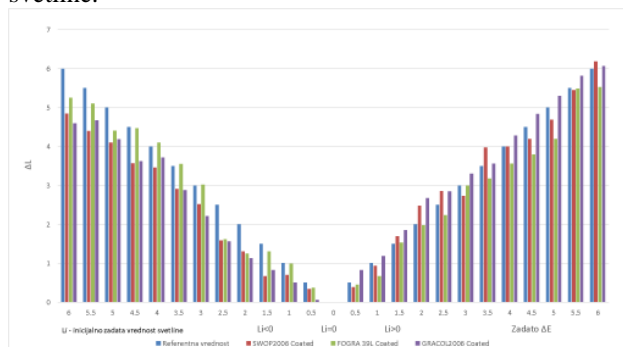
Na slici 2 prikazane su vrednosti razlike u svetlini reprodukcija štampanih nakon 1h. Najmanja odstupanja od zadatih vrednosti svetline imala je reprodukcija sa FOGRA 39L Coated profilom. Sa grafikona se vidi da su većina vrednosti niže od zadatih.



Slika 2. Grafički prikaz razlike u svetlini za 1h

Na slici 3 prikazane su vrednosti razlike u svetlini reprodukcija štampanih nakon 24h. Najmanja odstupanja imala je ponovo reprodukcija sa FOGRA 39L Coated profilom. Reprodukcije sva tri profila su bila približnih vrednosti svetline, naročito u povećanim vrednostima svetline. U ovom momentu štampe odstupanja od

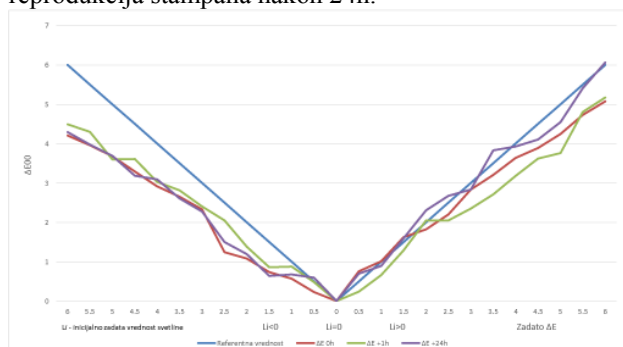
referentnih vrednosti su niža u odnosu na prethodne reprodukcije i nešto veća kod polja snižene vrednosti svetline.



Slika 3. Grafički prikaz razlike u svetlini za 24h

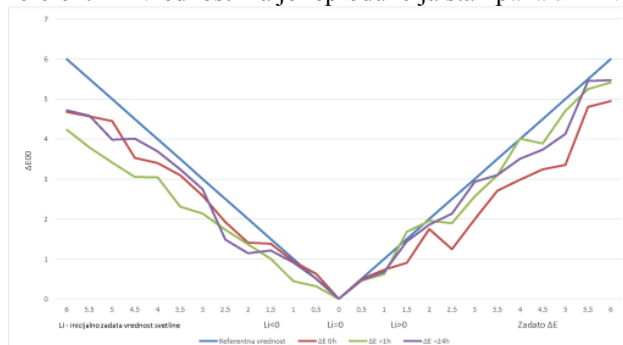
2.1.2. Rezultati i analiza rezultata razlike u boji

Na slici 4 grafički je prikazana razlika u boji kod reprodukcije štampane SWOP2006 Coated profilom. Prikazane su reprodukcije za sva tri momenta štampe, a plavom bojom data je referentna vrednost koju bi reprodukcije trebalo da isprate sa što manje odstupanja. Iz priloženih rezultata odstupanja su veća kod sniženih vrednosti svetline, gde reprodukcije u sva tri momenta štampe imaju vrlo slične vrednosti odstupanja od referentne vrednosti. Najmanje odstupanja pokazala je reprodukcija štampana u 1h. Kod vrednosti povećane svetline ova reprodukcija pokazuje veća odstupanja od ostala dva momenta štampe. U ovim poljima dominira reprodukcija štampana nakon 24h.



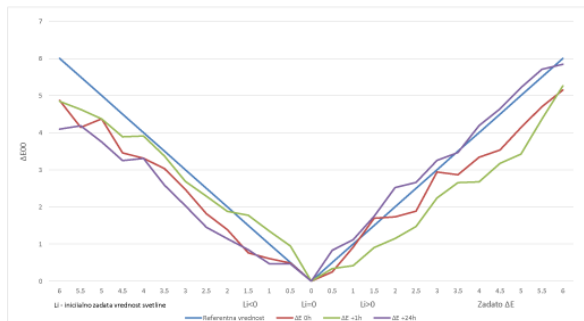
Slika 4. Grafički prikaz razlika u boji za SWOP2006 Coated profil

Na slici 5 prikazana je razlika u boji kod reprodukcija štampanih FOGRA 39L Coated profilom. Reprodukcija sa najmanje odstupanja kod sniženih vrednosti svetline je štampana u 0h. Kod povećanih vrednosti svetline najbliža referentnim vrednostima je reprodukcija štampana u 24h.



Slika 5. Grafički prikaz razlika u boji za FOGRA 39L Coated profil

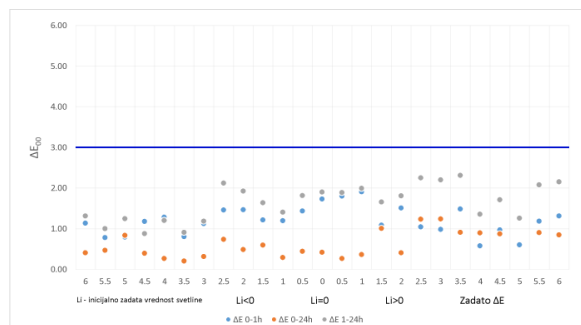
Grafički prikaz razlika u boji kod reprodukcija štampanih GRACOL2006 Coated profilom dat je na slici 6. Razlike između reprodukcija su nešto veće u odnosu na prethodne profile. Polja snižene vrednosti svetline najbolje su reprodukovana u 1h štampe, dok je reprodukcija u 24h najbolje ispratila referentne vrednosti za polja povećane vrednosti svetline.



Slika 6. Grafički prikaz razlika u boji za GRACOL2006 Coated profil

2.1.3. Rezultati i analiza rezultata kratkoročne ponovljivosti

Na slici 7 prikazane su razlike u reprodukcijama štampanim u 0h, 1h i 24h sa FOGRA 39L Coated profilom. Plavom linijom prikazana je granica tolerancije razlike u boji između reprodukcija i to je vrednost od $\Delta E=3$. Kako ni jedna vrednost ne prelazi granicu tolerancije ustanovljeno je da je ponovljivost štampe zadovoljavajuća. Najveće razlike u boji su ΔE 1-24h, a najmanje ΔE 0-24h. SWOP2006 Coated i GRACOL2006 Coated pokazale su nešto manje razlike, ali kod sva tri profila najmanje razlike u boji su ΔE 0-24h.



Slika 7. Grafički prikaz apsolutne razlike u boji za reprodukcije štampane FOGRA 39L Coated profilom

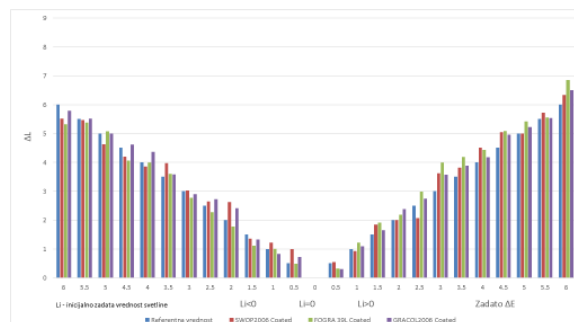
2.2. Analiza za zelenu boju

2.2.1. Rezultati i analiza rezultata reprodukcije svetline

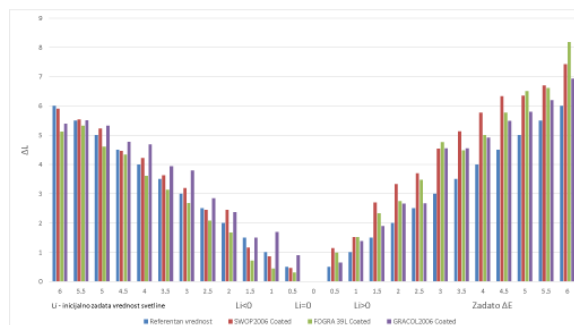
Na slikama 8, 9 i 10 grafički je prikazana razlika vrednosti svetline za reprodukcije zelene boje. Primetno je da se u manjoj meri vrednosti odstupanja smanjuju kroz momente štampe.

Kod sva tri momenta štampe reprodukcije su pokazala manja odstupanja kod snižene vrednosti svetline. Za nulti sat odstupanja su vrlo mala od referentnih vrednosti. Reprodukcijsa sa GRACOL2006 Coated profilom najmanja odstupanja imala je u 0h i u 1h štampe. Kod štampe nakon 24h najbliža referentnim vrednostima bila je reprodukcija sa FOGRA 39L Coated profilom. Odstupanja su najveća u 1h štampe, naročito u

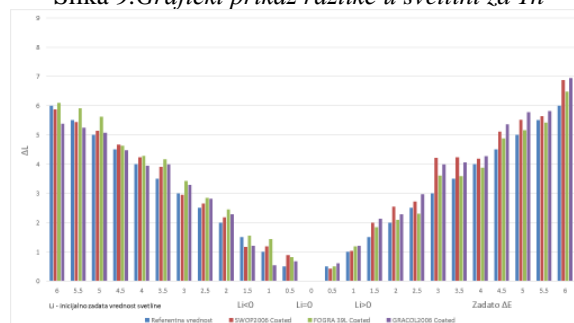
vrednostima povećane svetline gde su reprodukcije imale veće vrednosti od zadatih, odnosno svetliji otisak.



Slika 8. Grafički prikaz razlike u svetlini za 0h



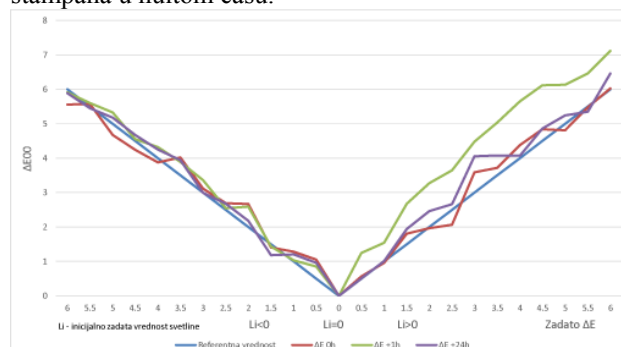
Slika 9. Grafički prikaz razlike u svetlini za 1h



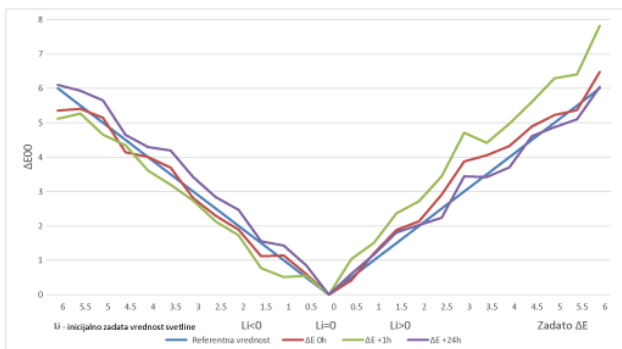
Slika 10. Grafički prikaz razlike u svetlini za 24h

2.1.2. Rezultati i analiza rezultata razlike u boji

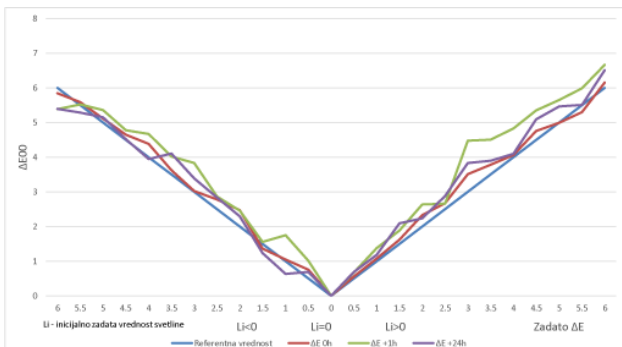
Na slikama 11, 12 i 13 uočava se prilično dobra reprodukcija sa minimalnim razlikama u boji za sva tri ulazna profila. Odstupanja su niža u poljima snižene vrednosti svetline, dok se kod povećane svetline uočavaju blago veća odstupanja. Najbolju reprodukciju dala je štampa sa GRACOL2006 Coated profilom. U proseku najmanje razlike za sva tri profila dala je reprodukcija štampana u nultom času.



Slika 11. Grafički prikaz razlika u boji za SWOP2006 Coated profil



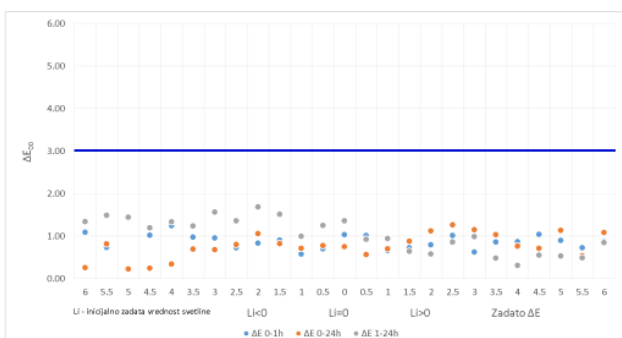
Slika 12. Grafički prikaz razlika u boji za FOGRA 39L Coated profil



Slika 13. Grafički prikaz razlika u boji za GRACOL2006 Coated profil

2.1.3. Rezultati i analiza rezultata kratkoročne ponovljivosti

Na slici 14 prikazani su rezultati kratkoročne ponovljivosti za štampu sa SWOP2006 Coated profilom za zelenu boju. Sa grafikona uočljivo je da je najmanja razlika u boji između 0-24h. Ni jedna vrednost ne prelazi granicu tolerancije što nam govori da je ponovljivost zadovoljavajuća. Kratkoročna ponovljivost i u slučaju preostala dva profila je zadovoljavajuća, odnosno razlike u boji su ispod vrednosti 3.



Slika 14. Grafički prikaz apsolutne razlike u boji za reprodukcije štampane SWOP2006 Coated profilom

3. ZAKLJUČAK

Ovaj rad se bavio procenom uticaja kratkoročne ponovljivosti na promenu razlike u boji sa promenom vrednosti svetline u elektrofotografiji pri primeni različitih profila za štampu. Vršena su spektrofotometrijska merenja L, a i b koordinata polja na test karti i zatim izračunate vrednosti razlike u boji formulom ΔE_{00} . Crvena boja je pokazala veća odstupanja

od zadatih vrednosti svetline na početku eksperimenta, a niža odstupanja nakon 24h u vrednostima povećane svetline. Reprodukcijski sa FOGRA 39L Coated profilom je pokazala najmanja odstupanja od zadatih vrednosti svetline. Sva tri profila reprodukovana su sa većim odstupanjima kod snižene vrednosti svetline u odnosu na povećane vrednosti svetline. Reprodukcijski u 24h se pokazala da ima najmanje razlike u boji kod crvene boje. Odstupanja su приметно manja kod reprodukcije zelene boje. Analizom razlike u svetlini zaključujemo da su odstupanja manja u sniženim vrednostima, dok rastu kod povećanih vrednosti svetline. Reprodukcijski štampana nakon 1h pokazuje najveća odstupanja u povećanim vrednostima svetline, gde su odštampana polja svetlija od zadatih vrednosti. Razlike u boji su vrlo niske kod zelene boje. Odstupanja su i u ovom slučaju manja kod sniženih vrednosti svetline, a nešto veća kod povećanih vrednosti svetline.

Analizom kratkoročne ponovljivosti ustanovljeno je da su procentualno najmanje vrednosti razlike u boji između tabaka štampanih u nultom času i 24 časa nakon početka eksperimenta (ΔE 0-24h) za obe boje. Vrednosti ne prelaze vrednost 3, dakle kratkoročna ponovljivost je u ovim uslovima moguća i zadovoljavajuća. Prema rezultatima analize utvrđeno je da promena vrednosti svetline utiče na promenu razlike u boji.

Sa stanovišta profila kao parametra u pogledu tačnosti reprodukcije najbolju reprodukciju dala je FOGRA 39L Coated za crvenu boju, dok je najveća ponovljivost, odnosno najmanje razlike u boji su ustanovljene između reprodukcija štampanih u različitim momentima sa SWOP2006 Coated profilom. Zelenu boju najtačnije je reprodukovala štampa sa GRACOL2006 Coated profilom, dok je najveća ponovljivost ponovo bila kod reprodukcije sa SWOP2006 Coated profilom.

4. LITERATURA

- [1] Kašiković N., Novaković D., Jurić I., "Digitalna štampa" Praktikum za vežbe, 2016.
- [2] Krstić M., Kašiković N., Jurić I., "Ispitivanje ponovljivosti štampe na grafičkom sistemu Xerox Docucolor 250", 2019. [Online] Dostupno na: <http://www.ftn.uns.ac.rs/ojs/index.php/zbornik/article/view/78/191> (Pristupljeno u oktobru 2019.)
- [3] IDEAlliance, Digital Press Certification Program. 2017. [Online] Dostupno na: <https://connect.idealliance.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.aspx?DocumentFileKey=ef430ae7-2fcc-cd3a-2ff3-eab28265eaa1> (Pristupljeno u oktobru 2019.)
- [4] Kipphan H., "Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods" 2014. [Online] Dostupno na: <http://tiny.cc/mzq9ez> (Pristupljeno u oktobru 2019.)
- [5] Homann J., "Digital Color Management: Principles and Strategies for the Standardized Print Production" 2009. [Online] Dostupno na: <http://tiny.cc/mlq9ez> (Pristupljeno u oktobru 2019.)

Kontakt:

Tamara Prošić, tamaraprosic@gmail.com
Sandra Dedijer, dedijer@uns.ac.rs