

KOLORIMETRIJSKA ANALIZA REPRODUKCIJE TONOVA BOJE KOŽE NA RAZLIČITIM PAPIRNIM PODLOGAMA ŠAMPANO INK-JET TEHNIKOM ŠTAMPE**COLORIMETRIC ANALYS OF SKIN TONES COLORS REPRODUCTION ON DIFFERENT PAPER SUBSTRATES PRINTED WITH INK-JET**Doris Derdić, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTV I DIZAJN**

Kratka sadržaj – U grafičkoj industriji jedan od najvažnijih faktora jeste da svi štampani otisci budu isti i da razlika u reprodukciji boje među njima bude minimalna, tako da je ljudsko oko ne može primetiti. Znamo da slike kože predstavljaju težak zahtev prilikom reprodukcije boja. Takođe, sama podloga za štampu može značajno uticati na reprodukciju istih. Tačnost i uniformnost reprodukcije boje u digitalnoj ink-jet tehnici štampe je takođe veoma važan zahtev koji treba biti ispunjen. Stoga predmet ovog rada jeste istraživanje reprodukcije tonova kože u digitalnoj ink-jet štampi na različitim papirnim podlogama za štampu.

Ključne reči: reprodukcija boja, reprodukcija tonova boje kože, digitalna štampa

Abstract – In the printing industry, one of the most important factors is that all imprints are the same and that the difference in color reproduction between them is minimal, so that the human eye cannot notice it. We know that images of a human skin are a slightly more difficult when color reproduction accuracy is in question. Also, the printing substrate itself can significantly affect color reproduction. Accuracy and uniformity of reproduction in digital ink-jet printing technique is also a very important requirement that must be met. Therefore, the subject of this paper is the research of the reproduction of human skin tones in digital ink-jet printing on different paper printing substrates.

Keywords: color reproduction, skin tone reproduction, digital printing

1. UVOD

Reprodukcovanje tonova kože u štampanim medijima upotrebom CMYK boja smatra se kompleksnijim za reprodukciju od ostalih kategorija boja, jer tonovi kože mogu biti osjetljiviji i lako dolazi do neispravne reprodukcije koja je posledica više različitih uticajnih parametara. Većina tonova ljudske kože je unutar raspona mogućnosti standardnih metoda štampe i teoretski bi je trebalo lako reprodukovati, ali to nije slučaj. Dakle, ovo dovodi do zaključka da postoji spoljašnji faktor koji utiče na način na koji reprodukujemo ove boje, ali ih i percipiramo na samom otisku.

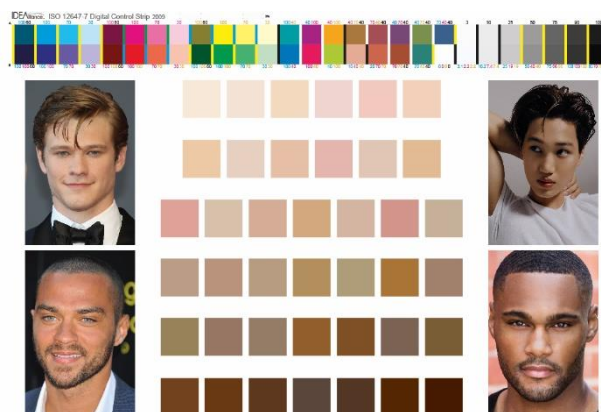
NAPOMENA:

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

Razlog tome je manja tolerancija od strane ljudskog vizuelnog sistema na način na koji tonovi kože izgledaju kada se odštampaju. Taj faktor je delimično psihološke prirode, jer smo jednostavno manje tolerantni prema šumu, manama i smetnjama na ekranu u delovima lica nego u drugim komponentama slike [1]. Ako dođe i do male greške u upravljanju bojom ili ako se slike obrade pogrešno, baš ti tonovi kože će primetnije iskazati bilo koju grešku u poređenju sa drugim bojama i slikama [2]. Digitalna štampa je najmlađa tehnika štampe i najnaprednija, jer se neprestalno razvija i polako preuzima primat drugim tehnikama štampe. Njena prednost u odnosu na ostale tehnike štampe je brzina prenosa boje na podlogu i mogućnost štampe manjih tiraža u visokom kvalitetu otiska, ekonomski isplativo [3].

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Prvi korak u eksperimentalnom delu rada bio je da se napravi test karta koja će se kasnije odštampati na različitim vrstama papira na kojima će biti mereni rezultati reprodukcije boja. Ona je sastavljena u programu Adobe Illustrator i sastoji se iz tri dela, slika 1.



Slika 1. Prikaz izgleda test karte

Karta se sastoji od Idealliance ISO 12647-7 Digital Control Strip 2009 kontrolne merne trake koja je preuzeta sa Idealliance Internet stranice iz biblioteke javnih izvora. Ova kontrolna merna traka je prvenstveno namenjena kao kontrolni element za pripremu za štampu, ali se može koristiti i za kontrolu digitalnih mašina za probni otisak i digitalnih mašina za štampu. L* a* b* koordinate su takođe preuzete od strane Idealliance preporuka i služe kao referentne vrednosti za kontrolu tačnosti reprodukcije boje u digitalnoj štampi.

Sledeći korak je bio da se naprave polja koja predstavljaju različite tonove kože. Tonovi kože su uzeti iz biblioteke

Swatch Skintones u sftveru Adobe Illustrator i grupisani su u šest grupa.

Na kraju su se na test kartu dodale četiri fotografije na kojima su prikazani anfasi ljudi sa različitim tonovima kože. Ove slike su služile kako bi se mogla izvršiti vizuelna procena razlika u reprodukciji boje.

Drugi korak je bio da se test karta odštampa na digitalnoj Ink-Jet mašini Epson SureColor-T7200 na različitim podlogama. Prva podloga je premazni papir za Ink-Jet štampu gramature 180 g/m² iz rolne. Sledeće tri podloge koje su korišćene su štampane na papiru Options, proizvođača Mohawk. Izabrane podloge su sa nijansama White, Cool White i Cream sa gramaturama 220 g/m². Poslednja korišćena podloga je Munken Lynx gramature 150 g/m².

Merni instrument koji je korišćen za merenje beline, XYZ koordinata za računanje žutoće i L* a* b* koordinata na otiscima je spektrofotometar X-Rite i1 Pro. U radu je još korišćena kabina za posmatranje Agile Radiant CVC5-2E-5 od proizvođača Cherlyn za vizuelnu evaluaciju tabaka.

2.1. Metodologija merenja

Merenja L* a* b* koordinata za svaku boju vršeno je spektrofotometrijski, sa standardnim osvetljenjem D50 i standardnim posmatračem od 2°. Prvo su se merila vrednosti polja Idealliance kontrolne merne trake, pa vrednosti polja postavljenih kao reprezentativni uzorci za tonove kože. Nakon izmerenih vrednosti polja, potrebno je bilo izmeriti belinu, X, Y i Z koordinate za proračun žutoće i nijansu samog papira. Pri spektrofotometrijskom merenju beline korišten je svetlosni izvor D65 i standardni posmatrač od 10° gde su očitane se vrednosti ISO beline zajedno sa nijansom papira, kao i vrednosti L* a* b* koordinata. Kako bi se dobila vrednost žutoće papira, spektrofotometrijski su merene X, Y i Z koordinate sa svetlosnim izvorom C i standardnim posmatračem od 2°. Žutoća je potom računata preko formule (1):

$$YI = 100 \left(1 - 0,847 \frac{Z}{Y} \right) \quad (1)$$

Svako od prethodnih merenja radilo se za svaki od uzoraka podloge.

U drugom delu eksperimenta bilo je potrebno izračunati razliku u boji, razliku u tonu i zasićenju između referentnih i izmerenih vrednosti L* a* b* koordinata za Idealliance kontrolnu mernu traku. Kod računanja razlike u boji, korišćena je formula za izračunavanje ΔE_{00} za sva 54 polja, a zatim je izračunata srednju vrednost. Pri računaju razlike u tonu, uzimaju se u obzir samo polja punog tona cijana, magente, žute, crne, crvene, zelene i plave boje, kako bi se računanjem preko formule dobilo sedam vrednosti od kojih treba za svaku podlogu pronaći maksimalnu vrednost. Kod razlike u merenju izmerenih vrednosti uzoraka i referentnih vrednosti sivog balansa, moraju se izdvojiti pet vrednosti L* a* b* koordinata sivih polja dobijenih iz CMY na kontrolnoj mernoj traci, da bi se upotrebom odgovarajuće formule dobile potrebne vrednosti, a potom i krajna vrednost ΔC_h .

Za treći deo eksperimenta, potrebno je uporediti izmerene vrednosti reprodukcije L* a* b* koordinata za polja tonova kože, po svakoj podlozi na kojoj su mereni. Ovi vrednosti su raspoređene po grupama I, II, III, IV, V i VI po sličnoj svetlini i zasićenju. Grupu I predstavljaju polja

1, 2, 3, 4, 5 i 6; grupu II polja 7, 8, 9, 10, 11 i 12; grupu III polja 13, 14, 15, 16, 17, 18 i 19; grupu IV polja 20, 21, 22, 23, 24, 25 i 26; grupu V polja 27, 28, 29, 30, 31, 32 i 33; i grupu VI polja 34, 35, 36, 37, 38, 39 i 40.

Kako bi uporedili reprodukciju tonova kože na različitim podlogama, treba prvo izračunati ΔE pomoću izmerenih vrednosti L* a* b* koordinata za svako polje i L* a* b* koordinata po kojima je pravljena test karta. Postupak se dalje obavlja za svaku podlogu, kako bi dobili pet vrednosti ΔE za svih 40 boja koje treba uporediti.

U četvrtom, poslednjem delu eksperimenta, potrebno je analizirati generisane fotografije vizuelno koristeći kabinu za posmatranje. Svaki odštampani tabak je postavljen unutar kabine za posmatranje i osvetljen odgovarajućim osvetljenjem, a zatim fotografisan sa mobilnim telefonom. Korišćena su sledeća osvetljenja: fluorescentno osvetljenje, sijalica sa užarenim vlaknom, veštačko dnevno svetlo D65 i D50.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Rezultati i analiza rezultata optičkih svojstva papira

U tabeli 1. su prikazani vrednosti beline, žutoće, nijanse i L* a* b* koordinate za različite podloge za štampu. Podloge su označene slovima A, B, C, D i E radi lakšeg snalaženja u tekstu i poređane su po vrednostima beline.

Tabela 1. Vrednosti beline, žutoće, nijanse i L* a* b* koordinate različitih vrsta papira

Oznaka	Naziv podloge	Belina	Žutoća	Nijansa	L*	a*	b*
A	Papir za Ink-Jet	119,90	-11,72	-1,08	93,29	2,39	-7,91
B	Options White 220	112,50	-7,56	-0,43	96,89	1,27	-4,70
C	Munken Lynx 150	94,00	-3,27	-1,19	94,41	1,04	-1,72
D	Options Cool White 220	93,90	-0,85	-1,10	96,75	0,72	-0,47
E	Options Cream 220	45,00	14,88	-3,81	95,93	0,05	10,01

Na osnovu dobijenih rezultata vidimo da kako belina podloge opada, tako raste žutoća papira. Najveću vrednost beline ima papir A, dok najmanju papir E. Dok kod žutoće imamo obrnutu situaciju, najmanju žutoću pokazuje papir A, dok najveću papir E. Takođe primećujemo da kod A i B podloge vrednosti beline prelaze 100, što znači da u ovim podlogama ima optičkih izbeljivača.

Kada posmatramo nijansu podloge, vidimo da se sve vrednosti negativne, time zaključujemo da su sve podloge žućkasto-crvenkaste. Što je vrednost nijanse što bliža nuli, podloga je i belja. Najmanju vrednost pokazuje podloga B, i vidimo da je podloga veoma bela, dok najveću vrednost pokazuje podloga E i vidimo da je ona dosta žućkasta.

Posmatranjem svetline papira vidimo da su svi papiri veoma svetli, gde je najsvetlija podloga B, dok najmanju vrednost ima podloga A. Kada posmatramo zeleno-crvenu koordinatu vidimo da svi papiri idu ka crvenoj, gde

najveću vrednost ima podloga A, a najmanju podloga E. Posmatranjem plavo-žute koordinate vidimo da jedino podloga E ide ka žutoj, dok ostale idu ka plavoj, gde vidimo da najveću vrednost ima podloga A, a najmanju podloga D.

3.2. Rezultati i analiza rezultata procene tačnosti kolorimetrijske reprodukcije

U tabeli 2. su prikazani rezultati merenja ukupne srednje razlike u boji, najveće razlike u boji, maksimalne razlike u tonu boje i srednje vrednosti zasićenja za sivu skalu na različitim podlogama za štampu. Srednja razlika u boji i maksimalna vrednost razlike u boji su dobijene između izmerenih vrednosti na podlozi i referentnih Idealliance vrednosti za svaku podlogu posebno. Takođe ove vrednosti su se koristile da bi se dobile maksimalne razlike u tonu boje i srednje vrednosti zasićenja za sivu skalu.

Tabela 2. Vrednosti ukupne srednje razlike u boji, najveće razlike u boji, maksimalne razlike u tonu boje i srednje vrednosti zasićenja za sivu skalu na različitim podlogama

Podloga	Srednja ΔE_{00}	Maksimalna ΔE_{00}	Maksimalna ΔH	Srednja ΔCh
A	11,05	20,56	24,25 (zelena)	8,42
B	10,77	20,21	23,25 (zelena)	7,05
C	9,75	19,93	21,97 (zelena)	4,44
D	10,52	19,07	19,31 (cijan)	3,96
E	10,84	18,62	20,96 (magenta)	5,63

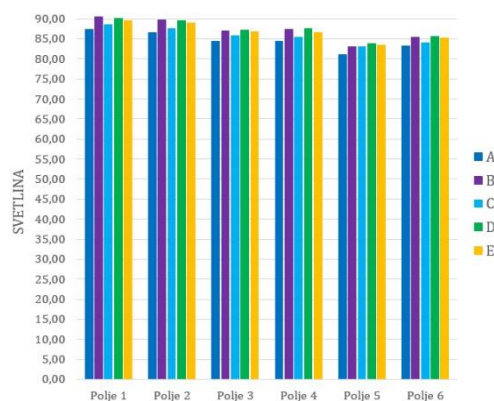
Prema IDEAlliance preporukama za sertifikaciju za digitalnu štampu, svi rezultati srednje razlike u boji daleko nadmašuju preporučenu vrednost, a ovo se takođe dešava i sa maksimalnom razlikom u boji. Najmanju vrednost srednje razlike u boji ima podloga C, a najveću podloga A. Najmanju vrednost maksimalne razlike u boji ima podloga E, dok najveću ima podloga A.

Kada posmatramo maksimalnu razliku u tonu boje vidimo da svi rezultati daleko nadmašuju preporučene vrednosti. Kod podloga A, B i C primećujemo da je to zeleno polje, gde najveću vrednost ima A podloga, dok najmanju C podloga. Kod podloge D vidimo da je to cijan polje, a kod podloge E je magenta polje. Kada posmatramo sve vrednosti primećujemo da najmanju vrednost ima podloga D, a najveću podloga A.

Rezultati srednje vrednosti zasićenja sive skale takođe prelaze preporučene vrednosti, gde je najmanje prekoračenje kod D podloge, a najveće kod A podloge.

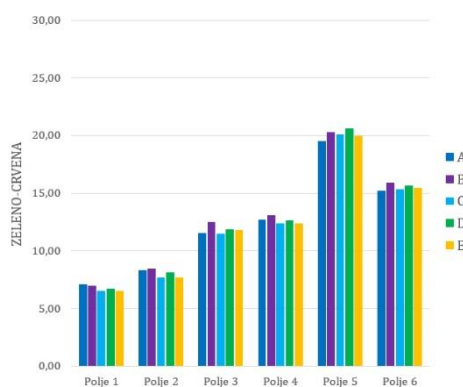
3.3. Rezultati i analiza rezultata reprodukcije tonova kože na različitim podlogama za štampu (analiza koordinate svetline i hromatskih koordinata)

U ovom radu će se analizirana grupa I i VI. Kada posmatramo uticaj svetline na I grupu slika 2., vidimo da kod svih polja boja nisu velike razlike, odnosno sve razlike su manje od 4. Možemo reći da različite podloge ipak mogu doprineti ukupnom utisku i drugačijoj vizuelnoj percepciji boje.



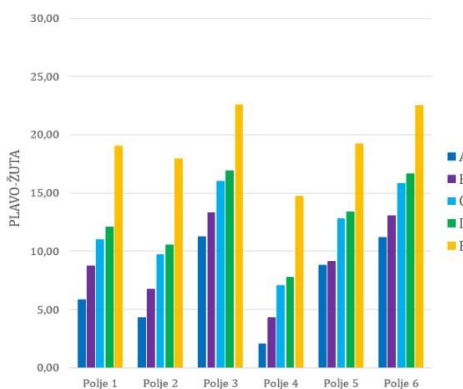
Slika 2. Grafički prikaz uticaja vrste podloge za I grupu

Na slici 3. primećujemo da je uticaj podloge na hromatsku koordinatu a mali, gde su sve razlike između vrednosti manje od 2. Takođe vidimo da su sve vrednosti u plusu, što znači da vrednosti idu ka crvenoj skali.



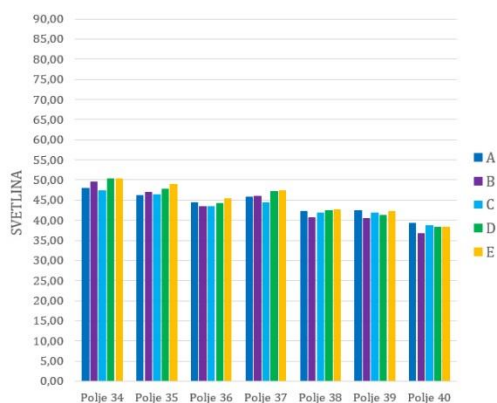
Slika 3. Grafički prikaz uticaja vrste podloge za I grupu

Kod I grupe na slici 4. vidimo da je uticaj podloge na hromatsku koordinatu b veoma velik. Najveće razlike pokazuju podloge A i E, pogotovo u poljima 1 i 2, gde njihove razlike između vrednosti idu i do 15.



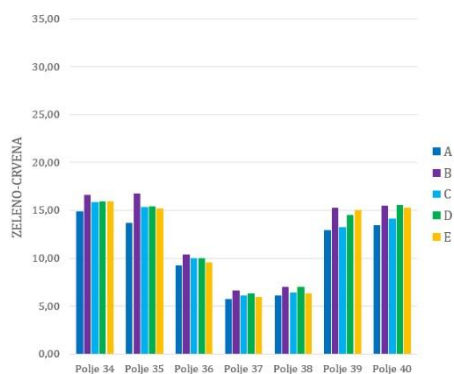
Slika 4. Grafički prikaz uticaja vrste podloge za I grupu

Na slici 5. kod VI grupe vidimo da uticaj podloge na svetlinu je nije velik, i razlike između vrednosti su manje od 4, što je slično sa I grupom.



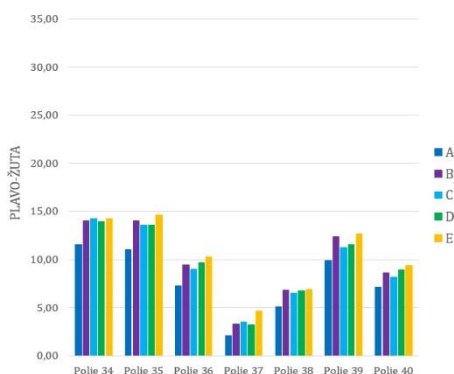
Slika 5. Grafički prikaz uticaja vrste podloge na koordinatu svetline za VI grupu

Na slici 6. kod VI grupe vidimo da uticaj podloge na koordinatu nije velik, i razlike između vrednosti su manje od 4, gde vrednosti idu ka crvenoj skali.



Slika 6. Grafički prikaz uticaja vrste podloge na zeleno-crvenu koordinatu za VI grupu

Na slici 7. kod VI grupe takođe vidimo da uticaj podloge na koordinatu b se smanjuje, gde su najveće razlike i dalje kod podloga A i E, a njihove razlike između vrednosti idu do 4. Primećujemo da kod polja 38, jedino A podloga ima manje vrednosti, dok ostale imaju slične vrednosti.



Slika 6. Grafički prikaz uticaja vrste podloge na plavo-žutu koordinatu za VI grupu

3.4. Rezultati i analiza rezultata reprodukcije tonova kože na različitim podlogama za štampu preko razlike u boji

Ovde su predstavljene vrednosti razlike u boji ΔE_{00} za svaku boju, odnosno stimulus ponaosob, gde je razlika računata između L^* a^* b^* koordinata iste boje, ali su

odštampane na različitim podlogama. Analizom je utvrđeno da većina vrednosti razlike u boji nisu velike i može ih videti jedino iskusno oko. Jedina krupna razlika koja se može primetiti se vidi kod polja 4 između podloga E sa svim ostalim podlogama.

4. ZAKLJUČAK

Rezultati koji su dobijeni merenjem optičkih svojstva su pokazali da najveću belinu ima papir za ink-jet štampu, a najveću žutoću pokazuje podloga Options Cream. Zaključujemo da sa povećanjem indeksa žutoće papira opada njegova belina i obratno. Vrednost nijanse kod svake podloge je negativna što nam govori da podloge imaju žućkasto-crvenkast ton. Rezultati dobijeni kod procene tačnosti kolorimetrijske reprodukcije boja na kontrolnoj mernoj traci pokazuju daleko veće vrednosti izračunate srednje, maksimalne razlike: u boji, tonu boje i zasićenja za sivu skalu od preporučenih.

Analize rezultata reprodukcije koordinate svetline i hromatske zeleno-crvene koordinate tonova boje kože na različitim podlogama pokazuju male razlike koje neće doprineti drugačijoj vizuelnoj percepciji. Ali posmatranjem hromatske plavo-žute koordinate vidimo veću razliku, pogotovo između papira za ink-jet i papira Options Cream. Zaključujemo da različite podloge ipak utiču na otisak koji će se dobiti. Rezultati reprodukcije tonova kože na različitim podlogama preko razlike u boji pokazuju da grupe srodnih tonova imaju slične i minimalne razlike u boji koje samo iskusno oko može videti, sem u slučaju I grupe gde su razlike više vidljive.

Zaključujemo da različite karakteristike podloge za štampu u pogledu beline/žutoće i nijanse papira, rezultuju manjim ili srednjim alteracijama vrednosti boja kada je reč o reprodukciji boje i ono može imati krajnji uticaj na vizuelnu percepciju i doživljaj boje, naročito ako se uzorci posmatraju pod različitim izvorima svetla gde dodatno relativna spektralna distribucija snage svetlosnog izvora kao i temperatura boje svetlosnog izvora može u manjoj ili većoj meri doprineti različitoj percepciji obojenih stimulusa.

5. LITERATURA

- [1] <http://www.printbuyersonline.com/ShowContent.aspx?Show=3531> (Pristupljeno 16.08.2021)
- [2] <https://www.printaction.com/managing-skin-tones-in-print/> (Pristupljeno 26.10.2021)
- [3] Novaković D., Pavlović Ž., Kašiković N. (2011) Tehnike štampe - praktikum za vežbe. Novi Sad, FTN Izdavaštvo.

Kratka biografija:

Doris Derdić rođena u Novom Sadu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn – Reprodukcijska tonova kože odbranila je 2021. god.

kontakt: doris15dora@gmail.com

Dr Sandra Dedijer kontakt: dedijer@uns.ac.rs