

UPOREDNA ANALIZA REPRODUKCIJE PASTELNIH TONOVA U ECO-SOLVENT I UV INK-JET ŠTAMPI NA RAZLIČITIM PODLOGAMA**COMPARATIVE ANALYSIS OF PASTEL TONES REPRODUCTION IN ECO-SOLVENT AND UV INK-JET PRINTING ON DIFFERENT SUBSTRATES**

Nina Živadinović, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Reprodukcia boje je važan faktor u grafičkoj industriji i može zavistiti od velikog broja uticajnih parametara, kao što su podloga za štampu, mašina, tehnika štampe, boja, itd. Cilj je osigurati da štampani otisci budu u skladu sa zahtevima standarda i klijenta i da je razlika u reprodukciji boje što manja, odnosno da nije primetna ljudskom oku. Ovaj rad se upravo bavi ispitivanjem tačnosti reprodukcije pastelnih tonova u eco-solvent i ink-jet štampi, na različitim podlogama, koje predstavljaju poseban izazov kada je u pitanju reprodukcija boje.

Ključne reči: boja, reprodukcija pastelnih tonova, razlika u boji, eco-solvent štampa, ink-jet štampa

Abstract – Color reproduction is an important factor in the graphic industry and can depend on a wide range of influential parameters, such as the printing substrate, machine, printing technique, ink, etc. The goal is to ensure that the printed outputs meet the requirements of both standards and clients, and that the difference in color reproduction is as minimal as possible — ideally imperceptible to the human eye. This paper focuses on examining the accuracy of pastel tone reproduction in eco-solvent and inkjet printing on various substrates, which pose a particular challenge when it comes to color reproduction.

Keywords: color, color reproduction of pastel tones, color difference, eco-solvent printing, UV printing

1. UVOD

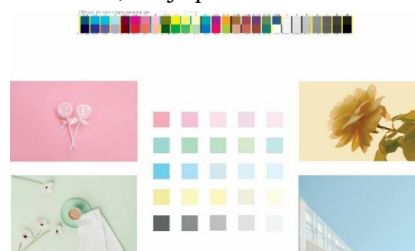
Boje imaju veoma veliki uticaj u grafičkom dizajnu, kako u digitalnoj primeni, tako i u štampanoj. Loša reprodukcija boje može uticati na stvaranje negativnog utiska kod krajnjeg posmatrača ili korisnika proizvoda. U svetu štampe, određene boje predstavljaju izazov kada je u pitanju njihova pravilna reprodukcija. Pastelne boje upravo spadaju u takve boje. S obzirom da pastelne boje imaju nežne i svetle tonove, smatraju se teškim za pravilnu reprodukciju. Pastelne boje zahtevaju pravilnu upotrebu protokola upravljanja bojom, preciznu kontrolu nanosa boje i posebnu pažnju kada je u pitanju kontrola optičkih svojstava pologe za štampu [1]. Jedna od danas najpoznatijih tehnika digitalne štampe je ink-jet štampa.

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

Kod ove tehnike štampe boja se direktno prska iz mlaznica na podlogu za štampu, te samim tim ne postoji potreba za štamparskom formom kao takvom. Oslikavanje kod postupka Ink-jet štampe vrši se direktno na materijal za štampu [2]. Eco-solvent štampa podrazumeva metodu ink-jet tehnologije koja koristi eco-solvent boje koje poseduju mogućnost reprodukcije jarkih boja, a istovremeno su otporne na vodu i ogrebotine, dok UV štampa podrazumeva upotrebu UV boja, boja koje otvrdnjavaju pod dejstvom UV svetla [3].

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Za potrebe eksperimenta je kreirana test karta koja sadrži tonove odabranih rozih, zelenih, plavih, žutih i ahromatskih tonova, što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Test karta

Tonovi koji se nalaze na test karti su odabrani iz grupe Pantone Pastel CMYK coated skale, zatim iz grupe Soft boja koje su definisane u okviru programa Adobe Illustrator, i iz Idealliance kontrolnog klina. Pored odabranih pastelnih tonova, selektovane su i fotografije koje sadrže pastelne tonove datih boja. Test karta još sadrži i Idealliance ISO 12647-7 Digital Control Strip 2009.

2.1. Metodologija istraživanja

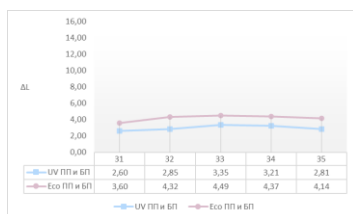
Test karta se štampala na dve mašine za digitalnu ink-jet štampu. Prva mašina je Roland Versa UV Print and Cut Lec-540, dalje u tekstu nazvana *UV mašina*, a druga mašina je Roland Soljet Pro 3 Print and Cut XC-540, dalje u tekstu nazvana *Eco mašina*. Test karta je na obe mašine odštampana u izlaznoj rezoluciji od 720×1440 dpi. Takođe je na obe mašine odštampana na dve vrste podloge za štampu. Prva podloga odnosno papir koji je korišćen je Blue Black Billboard Outdoor Paper gramature 120 g/m². Ovaj papir ima obrađenu površinu i kompatibilan je sa Roland Soljet mašinom. U okviru ovog rada, ova podloga će dalje biti nazvana *plava podloga*. Druga podloga, odnosno papir koji je korišćen je ST Media Display PP Paper – Roll Up Paper for Ink-Jet Printers 190 mic. Ovaj

papir je prema površinskoj obradi namenjen za štampu na Roland Versa UV mašini, ali ne i na Roland Soljet mašini, te je iz tog razloga štampa vršena sa strane naličja, na obe mašine. U okviru ovog rada, ova podloga će dalje biti nazvana *bela podloga*. Nakon što je test karta odštampana, sledeći korak je bilo merenje. Da bismo dobili pouzdane podatke o reprodukciji boja na svim odštampanim uzorcima, korišćen je merni uređaj Techkon Spectro Dens, spektrofotometar usmerene merne geometrije. Prilikom merenja podešeno je standardno osvetljenje D50 i standardni posmatrač od 2°. Nakon podešavanja mernog uređaja, izvršeno je merenje reprodukovanih tonova boja. CIE Lab vrednosti izmerene su 5 puta za svaki ton boje, a srednja vrednost merenja je dalje korišćena za izračunavanje razlike u svetlini, zasićenju, tonu i ukupnoj razlici u boji: ΔL , ΔC , ΔH i ΔE_{00} . Zbog obimnosti rezultata, u nastavku biće predstavljene analize za zelene i plave tonove, kod kojih su primećena najveća odstupanja.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

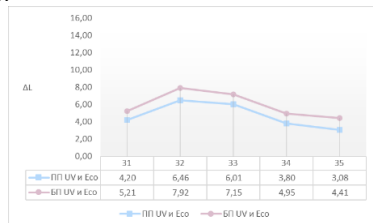
3.1. Rezultati analize razlike u svetlini reprodukovanih tonova boja ΔL

Kod reprodukovanih tonova zelenih boja razlike u reprodukciji svetline između različitih podloga su u opsegu od 2,60 do 3,35 kod UV mašine, stoga ćemo zaključiti da se razlike kreću od malih do srednjih. Kod Eco mašine razlike su u rasponu od 3,60 do 4,49, pa ćemo zaključiti da su razlike krupne, što možemo videti na slici 2.



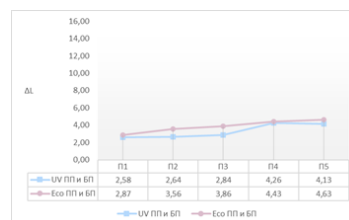
Slika 2. Razlika u svetlini tonova zelenih boja između različitih podloga na istoj mašini

Na slici 3. prikazane su razlike između dve različite mašine, kod plave podloge vrednosti se kreću od 3,08 do 6,46, pa možemo reći da su razlike srednje do masivne. Kod bele podloge razlike se kreću od 4,41 do 7,92 što pokazuje da su razlike u reprodukciji svetline boje krupne do masivne.



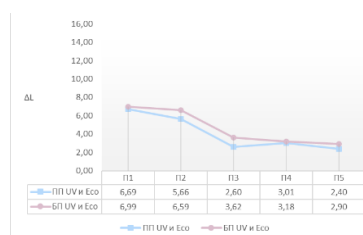
Slika 3. Razlika u svetlini tonova zelenih boja između različitih mašina na istoj podlozi

Razlike u reprodukciji svetline tonova plavih boja između različitih podloga se kod UV mašine kreću od 2,58 do 4,26, dok se kod Eco mašine kreću od 2,87 do 4,63, što nam govori i slika 4. gde vidimo da se kod obe podloge razlike kreću od srednjih do krupnih.



Slika 4. Razlika u svetlini tonova plavih boja između različitih podloga na istoj mašini

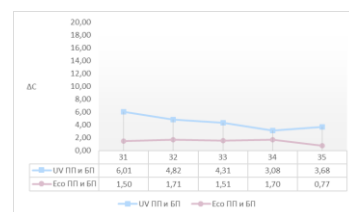
Na slici 5. vidimo razlike u svetlini tonova plavih boja između različitih mašina. Kod plave podloge razlika se kreće od 2,40 do 6,69, dok se kod bele podloge razlike kreće od 2,90 do 6,99, stoga zaključujemo da su razlike u svetlini u oba slučaju u opsegu od srednjih do masivnih. I kod plavih i zelenih tonova je razlika u svetlini veća kod Eco mašine i kod bele podloge.



Slika 5. Razlika u svetlini tonova plavih boja između različitih mašina na istoj podlozi

3.2. Rezultati analize razlike u zasićenju reprodukovanih tonova boja ΔC

Prikazane na slici 6. vrednosti razlike u reprodukciji zasićenja tonova zelenih boja između različitih podloga kreću se kod UV mašine u rasponu od 3,08 do 6,01, pa su razlike u rasponu od primetnih do masivnih. Kod Eco mašine, vrednosti razlike su u opsegu od 0,77 do 1,71, što nam govori da su razlike neprimetne do male.



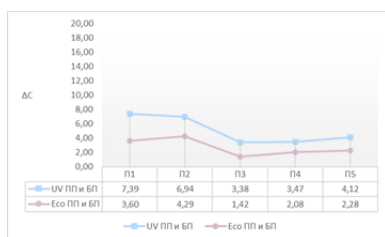
Slika 6. Razlika u zasićenju tonova zelenih boja između različitih podloga na istoj mašini

Na slici 7. vidimo razlike u zasićenju tonova zelenih boja između različitih mašina – kod plave podloge razlike su u opsegu od 0,34 do 8,00, dok se kod bele podloge primećuju razlike u rasponu od 0,59 do 12,51, pa zaključujemo da se u oba slučaju razlike kreću od neprimetnih do masivnih.



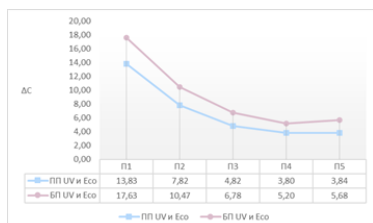
Slika 7. Razlika u zasićenju tonova zelenih boja između različitih mašina na istoj podlozi

Na slici 8, vidimo razlike u reprodukciji zasićenja tonova plavih boja između različitih podloga, koje su kod UV mašine u opsegu od 3,38 do 7,39, odnosno kreću se od primetnih do masivnih. Kod Eco mašine razlike se kreću od 1,42 do 4,29, odnosno u rasponu od malih do primetnih.



Slika 8. Razlika u zasićenju tonova plavih boja između različitih podloga na istoj mašini

Slika 9. pokazuje razlike između različitih mašina i primećujemo da se kod plave podloge vrednosti kreću od 3,80 do 13,83, stoga možemo reći da se razlike kreću od primetnih do masivnih. Kod bele podloge razlike su u rasponu od 5,20 do 17,63, pa zaključujemo da su razlike masivne.



Slika 9. Razlika u zasićenju tonova plavih boja između različitih mašina na istoj podlozi

Kod tonova plavih boja primećuje se najveća razlika u reprodukciji zasićenja. Vrednosti razlike su veće kod UV mašine, kao i kod bele podloge, kako za plave tako i za zelene tonove.

3.3. Rezultati analize razlike u tonu reprodukovanih tonova boja ΔH

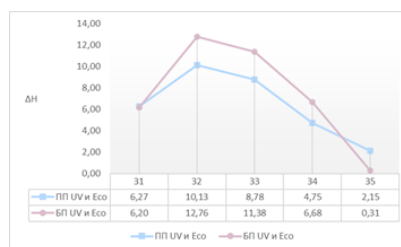
Vrednosti razlike u tonu reprodukovanih tonova zelenih boja između različitih podloga, prikazanih na slici 10., kreću se kod UV mašine od 0,04 do 0,43, dok se kod Eco mašine kreću od 0,02 do 1,13, pa možemo zaključiti da su razlike u reprodukciji zasićenja neprimetne kod obe mašine.



Slika 10. Razlika u tonu reprodukovanih tonova zelenih boja između različitih podloga na istoj mašini

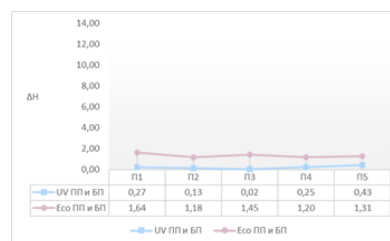
Na slici 11. vidimo razlike u tonu između različitih mašina. Kod plave podloge vrednosti su od 2,15 do 10,13, na osnovu čega možemo reći da se razlike kreću od malih do masivnih. Kod bele podloge razlike se kreću od 0,31 do

12,76, stoga zaključujemo da su razlike u opsegu od neprimetnih do masivnih.



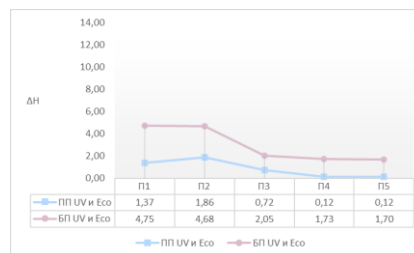
Slika 11. Razlika u tonu reprodukovanih tonova zelenih boja između različitih mašina na istoj podlozi

Kod tonova plavih boja razlike u reprodukciji tona između različitih podloga, prikazane na slici 12., kreću se kod UV mašine od 0,02 do 0,43, pa možemo reći da su razlike neprimetne. Kod Eco mašine razlike se kreću od 1,20 do 1,64, pa možemo reći da su male.



Slika 12. Razlika u tonu reprodukovanih tonova plavih boja između različitih podloga na istoj mašini

Na slici 13. vidimo razlike u tonu reprodukovanih tonova plavih boja između različitih mašina. Kod plave podloge vrednosti su od 0,12 do 1,86, pa možemo reći da su razlike neprimetne do male. Kod bele podloge razlike se kreću od 1,70 do 4,75, stoga zaključujemo da su razlike u opsegu od malih do primetnih.



Slika 13. Razlika u tonu reprodukovanih tonova plavih boja između različitih podloga na istoj mašini

3.4. Rezultati analize ukupne razlike u reprodukovanoj boji ΔE_{00}

Na slici 14. možemo primetiti da se vrednosti ΔE_{00} za tonove zelenih boja kod UV mašine kreću u rasponu od 3,60 do 4,20, na osnovu čega možemo zaključiti da su ukupne razlike u boji krupne. Kod Eco mašine primećujemo slične vrednosti ΔE_{00} . Vrednosti ΔE_{00} se kod Eco mašine kreću u opsegu od 2,88 do 3,06, pa možemo zaključiti da su razlike u boji srednje, odnosno primetne. Zaključujemo da je ukupna razlika u boji između različitih podloga malo veća kod UV mašine u odnosu na Eco mašinu.



Slika 14. Ukupna razlika u boji ΔE_{00} tonova zelenih boja između različitih podloga na istoj mašini

Na slici 15. prikazane su ukupne razlike u boji reprodukovanih tonova zelenih boja kada su upotrebljene dve različite mašine za štampu na istoj podlozi. Vrednosti ΔE_{00} se kod plave podloge kreću u rasponu od 5,04 do 9,42, pa se može primetiti da su ukupne razlike u boji masivne. Kod bele podloge vrednosti ΔE_{00} se kreću od 6,71 do 11,60, pa i u ovom slučaju zaključujemo da su ukupne razlike u boji masivne. Ukupne razlike u boji između UV i Eco mašine su veće kod bele podloge.



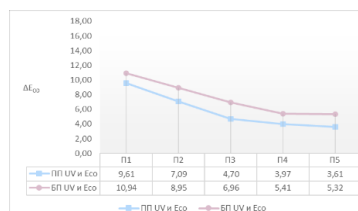
Slika 15. Ukupna razlika u boji ΔE_{00} tonova zelenih boja između različitih mašina na istoj podlozi

Vrednosti koje su prikazane na slici 16. nam ukazuju na ukupne razlike u boji reprodukovanih tonova plavih boja kada su upotrebljene dve različite podloge za štampu na istoj mašini. Možemo primetiti da se vrednosti ΔE_{00} kod UV mašine kreću rasponu od 3,26 do 4,19, na osnovu čega možemo reći da se vrednosti kreću od srednje do krupne ukupne razlike u boji. Kod Eco mašine primećujemo veoma slične vrednosti ΔE_{00} . Vrednosti ΔE_{00} se kod Eco mašine kreću u opsegu od 3,14 do 3,74, na osnovu čega možemo zaključiti da se ukupne razlike u boji takođe kreću od srednjih do krupnih. Možemo zaključiti da je ukupna razlika u boji između različitih podloga malo veća kod UV mašine.



Slika 16. Ukupna razlika u boji ΔE_{00} tonova plavih boja između različitih podloga na istoj mašini

Na slici 17. prikazane su ukupne razlike u boji reprodukovanih tonova plavih boja kada su upotrebljene dve različite mašine za štampu na istoj podlozi. Vrednosti ΔE_{00} se kod plave podloge kreću u rasponu od 3,61 do 9,61, pa možemo primetiti da se ukupne razlike u boji kreću od krupnih do masivnih. Kod bele podloge vrednosti ΔE_{00} se kreću od 5,32 do 10,94, što nam govori da su ukupne razlike u boji masivne. Ukupna razlika u boji između UV i Eco mašine je veća kod bele podloge.



Slika 17. Ukupna razlika u boji ΔE_{00} tonova plavih boja između različitih mašina na istoj podlozi

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu eksperimenta koji je sproveden u okviru ovog rada, možemo doći do nekoliko zaključaka. Kada su u pitanju razlike u svetlini ΔL , najveće razlike kod pastelnih tonova pojavile su se kod plavih i zelenih tonova. Takođe, možemo zaključiti da su razlike u reprodukovanoj svetlini boje mnogo manje primetne između podloga, a na istoj mašini, odnosno razlike su daleko primetnije između tehnologija, odnosno mašina za štampu. Razlike u reprodukciji svetline boja posmatrane između različitih podloga za štampu su uglavnom veće kod Eco mašine, dok su razlike između mašina, uglavnom veće kod bele podloge. Razlike u reprodukovanoj vrednosti zasićenja boje ΔC su takođe najveće kod plavih i zelenih tonova. Razlike u zasićenju veće su ako se poredi reprodukcija između dve mašine za štampu. Kada se porede dve podloge, razlika je uglavnom veća kod UV mašine. Kada se porede dve mašine, razlika je primetnija kod bele podloge. Razlike u tonu ΔH nam takođe najveće odstupanja pokazuju kod plavih i zelenih boja. Razlike između podloga za obe mašine su veoma male i vrednosti su gotovo identične, dok za razlike između mašina možemo reći da su uglavnom primetnije kod bele podloge. Uzimajući u obzir sve navedene razlike, možemo govoriti o ukupnoj razlici u boji ΔE_{00} . I u ovom slučaju, najveća razlika pojavila se kod plavih i zelenih tonova boja. Na osnovu rezultata koje smo dobili, možemo zaključiti da na ukupnu razliku u boji najveći uticaj imaju svetlina i zasićenje, dok ton ima mali, gotovo zanemarljiv uticaj. Ukupne razlike u boji između podloga pokazuju poprilično slične vrednosti za obe mašine, uz malo veće vrednosti kod UV mašine. Kada posmatramo ukupnu razliku u boji između dve mašine, možemo zaključiti da je ona uglavnom veća kod bele podloge. U gotovo svim slučajevima ukupna razlika u boji je primetna, krupna ili masivna.

5. LITERATURA

- [1] <https://www.daiheink.com/the-most-challenging-colors-to-print-and-how-to-handle-them-in-printing> (pristupljeno u junu 2025.)
- [2] N. Kašiković, D. Novaković, "Digitalna štampa", Novi Sad, FTN Izdavaštvo, 2013.
- [3] <https://www.thegraphicaltree.com/eco/eco-solvent-printing/> (pristupljeno u junu 2025.)

Kratka biografija:

Nina Živadinović rođena je u Subotici 2000. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna – Reprodukcijska pastelnih tonova odbranila je 2025. god. kontakt: zivadinoicninaa@gmail.com

Dr Sandra Dedijer kontakt: dedijer@uns.ac