

POSTOJANOST TEKSTILNIH OTISAKA ODŠTAMPANIH POMOĆU GRAFIČKOG SISTEMA MIMAKI TX-300P-1800MKII NA TOPLOTNO DEJSTVO I TRLJANJE**RESISTANCE OF TEXTILE PRINTS PRINTED USING MIMAKI TX300P-1800MKII GRAPHICS SYSTEM TO HEAT AND FRICTION**

Nikolina Sjerić, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom završnom radu je vršeno ispitivanje postojanosti otisaka dobijenih digitalnom štampom. Štampanje je vršeno putem digitalne tehnike – ink džet. Odštampana su odgovarajuća mjerna polja na svakom uzorku. Ispitivanja su zasnovana na korišćenju objektivne metode - mjerenjima denzitometrijskih, kolorimetrijskih vrijednosti uzoraka i subjektivne metode. Dobijeni rezultati su analizirani i međusobno poređeni kako bi se, na osnovu njih, utvrdila odstupanja od referentnih vrijednosti otisaka.

Ključne reči: digitalna štampa, tekstil, kontrola kvaliteta

Abstract – In this research, the durability of prints obtained by digital printing was tested. Printing was done using digital technology - ink jet. Corresponding measurement fields are printed on each sample. The tests are based on the use of an objective method - measurements of densitometric, colorimetric values of samples and a subjective method. The obtained results were analyzed and compared with each other in order to determine, based on them, deviations from the reference values of prints.

Keywords: digital printing, textiles, quality control

1. UVOD

Cilj rada predstavlja upoređivanje rezultata kako bi se utvrdio period trajanja otisaka na podlozi do njegove značajnije uočljive subjektivne i objektivne ocjene koja mijenja sliku na otisku usljed izlaganja odštampanih uzoraka trljanju i toplotnom dejstvu.

Pod digitalnom štampom na tekstilu se podrazumijeva štampa već gotovih proizvoda, kao što su npr. majice ili zastave i štampa industrijskog tekstila kao poluproizvoda koji će se kasnije koristiti.

Primjenom ove tehnike u štampi na tekstilnim materijalima omogućena je personalizacija proizvoda što takođe potpomaže povećanju udjela na tržištu [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, red. prof.

2. IZVOĐENJE EKSPERIMENTA

Eksperiment je započet tako što je bilo potrebno iscrtati CMYK polja u 100% pokrivenosti, odnosno polje punog tona i od 50% i 25% pokrivenosti. Veličina 3 polja jedne boje je iznosila je 12 x 4 cm. Iscrtana odgovarajuća polja CMYK čine mjerne trake, odnosno mjerna polja test karte potrebna za ovaj eksperiment. Dalje, mjerna polja su odštampana na 2 vrste tekstila iste gramaže od po 110 g/m². Za štampu korišćena je mašina Mimaki Tx300P-1800MkII ink džet (slika 1.)



Slika 1. Grafički sistem Tx300P-1800MkII [2]

Izlaganje odštampanih uzoraka uticaju trljanja urađeno je pomoću elektronskog ispitivača brzine trljanja (engl. Electronic crockmeter TF411) sa oscilacijama od 500 koraka. Izlaganje trljanju je ponovljeno 3 puta. Izlaganje uzoraka toplotnom dejstvu je vršeno pomoću pegle od 2400W. Otisci su bili izloženi toplotnom dejstvu na 180°C po 30 sekundi, 3 puta. Prije izlaganja uzoraka trljanju i toplotnom dejstvu, izvršeno je instrumentalno mjerenje i skeniranje, te su dobijeni rezultati uzeti kao referentne vrijednosti. Instrumentalno mjerenje kao i skeniranje rađeno je poslije svakog ponavljanja kod trljanja kao i kod izlaganja toplotnom dejstvu.

Rezultati dobijeni instrumentalnim mjerenjem korišćeni su za analizu objektivne metode, dok je skeniranje uzoraka korišćeno za subjektivnu metodu. Za potrebe ovog eksperimenta mjerena je optička gustina, CIE Lab vrijednosti, razlika boja za CMYK pomoću spektrofotometara Teckhon SpectroDens, a skeniranje je vršeno ravnim skenerom Canon 5600f. Zbog ograničenosti prostora u nastavku će biti prikazani rezultati mjerenja jednog materijala nakon uticaja trljanja i toplotnog dejstva, dok će rezultati Lab vrijednosti i razlike u boji biti prikazani za magenta boju.

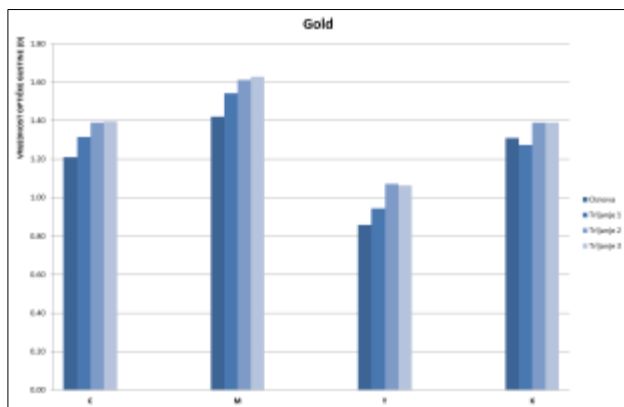
3. REZULTATI I DISKUSIJA

U ovom poglavlju predstavljeni su dobijeni rezultati. U okviru analize rezultata biće predstavljene tri analize:

1. Analiza optičke gustine uzoraka prije i poslije izlaganja uticaju trljanja i toplotnom dejstvu.
2. Analiza razlika u boji i Lab vrijednosti za magenta boju prije i nakon izlaganja uticaju trljanja i toplotnom dejstvu.
3. Subjektivna analiza za magenta boju.

Za referentnu vrijednost uzeti rezultati prije izlaganja trljanju su na grafikonima imenovani kao „osnova“, dok rezultati izračunati nakon svakog trljanja imenovani „trljanje 1“ koje predstavlja rezultate izmjerene nakon prvog ponavljanja od 500 koraka, dok „trljanje 2“ predstavlja rezultate nakon drugog ponavljanja od 1000 koraka i „trljanje 3“ predstavlja rezultate dobijene trećim ponavljanjem od 1500 koraka. Za rezultate dobijene nakon izlaganja toplotnom dejstvu – peglanjem, uzeta je referentna vrijednost te je na grafikonima imenovana kao „osnova“, dok su „peglanje 1, peglanje 2, peglanje 3“, rezultati dobijeni nakon izlaganja uzoraka toplotnom dejstvu sa koracima od 30 sekundi. Sa 0 su označeni rezultati dobijeni prije uticaja, odnosno predstavljaju referentne vrijednosti. Pored tabela sa izračunatim srednjim vrijednostima Lab koordinata dati su rezultati razlike u boji za CMYK. Formula po kojoj je razlika izračunata je ΔE_{76} . Razlike u boji su predstavljene za svaku boju zasebno poređene sa referentnom vrijednošću (0). Sve vrijednosti (Lab, ΔE) izračunate su za pune tonove, 50% i 25% pokrivenosti.

Na grafiku 1. predstavljene su vrijednosti optičke gustine prije i posle trljanja na materijalu Gold.

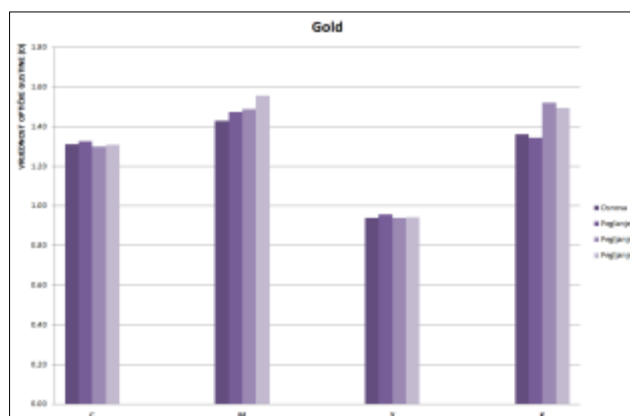


Grafik 1. Vrijednosti optičke gustine prije i poslije trljanja na materijalu „Gold“

Na osnovu grafikona 1. referentne vrijednosti su dale najniže rezultate optičke gustine, dok je vrijednost optičke gustine postepeno rasla nakon prvog trljanja i to za 0,1. Vrijednosti optičkih gustina kod svih boja su bile približno izjednačene u poređenju sa rezultatima dobijenim nakon 2 i 3 ponavljanja. Najveća vrijednost izračunata je na magenti dok najmanja na žutoj boji.

Na grafiku 2. prikazana je vrijednosti optičke gustine prije i poslije uticaja toplotnog dejstva na materijalu „Gold“. Posmatrajući grafik u cjelini može se primijetiti da cijan i žuta boja imaju nakon svakog ponavljanja ujednačene rezultate u odnosu na svoje referentne vrijednosti. Najveća vrijednost optičke gustine izračunata je za magentu, na kojoj vrijednosti postepeno rastu nakon svakog ponavljanja uticaju toplotnog dejstva. Kod crne boje

vrijednosti su ujednače u poređenju sa referentnom i prvim ponavljanjem i u poređenju sa 2. i 3. ponavljanjem.



Grafik 2. Vrijednosti optičke gustine prije i poslije toplotnog dejstva na materijalu „Gold“

U sledećim tabelama prikazane su vrijednosti CIE Lab i razlike u boji dobijene koristeći formulu ΔE_{76} za materijal „Gold“. U tabeli 1. prikazani su rezultati nakon uticaja trljanja.

Tabela 1. Vrijednosti Lab i razlike u boji za magenta boju nakon uticaja trljanja

PODLOGA	L*	a*	b*	ΔE	Gold	0
M-100-0	28.92	53.50	5.96	M-100	0	/
M-100-1	29.45	51.83	7.22		1	2.16
M-100-2	28.37	50.20	6.49		2	3.39
M-100-3	29.49	50.80	5.42		3	2.81
M-50-0	36.71	53.63	-6.84	M-50	0	/
M-50-1	37.57	51.71	-6.12		1	2.22
M-50-2	37.75	50.63	-7.12		2	3.19
M-50-3	37.21	50.62	-6.83		3	3.05
M-25-0	45.97	38.86	-12.84	M-25	0	/
M-25-1	46.77	40.80	-15.43		1	3.33
M-25-2	47.12	41.23	-15.52		2	3.76
M-25-3	47.47	40.10	-15.65		3	3.42

Na osnovu rezultata dobijenih na materijalu „Gold“, vidimo da se svjetlina tona boje povećava na svim poljima. Na polju punog tona, vrijednosti koordinata b^* su pozitivne, dok vrijednosti na 50% i 25% pokrivenosti su negativne, što znači da je boja na poljima sa 50% i 25% pokrivenosti plavija, odnosno manje žuta u odnosu na polje punog tona. Vrijednosti koordinate a^* su pozitivne kod svih polja, što znači da ide ka crvenoj osi. U svim poljima dominiraju veće vrijednosti u crvenoj osi što je dobro jer se radi o magenti. Najveća razlika u boji iznosi 3,76 što opisujemo kao „krupnu razliku“, a dobijena je poređenjem drugog ponavljanja sa referentnom vrijednosti na 25% pokrivenosti. Ostale vrijednosti variraju između „krupnih razlika“ i vrijednosti koje opisujemo kao „srednje razlike, koje može primijetiti neuvježbano oko“.

U tabeli 2. prikazani su rezultati CIE Lab vrijednosti i razlike u boji prije i nakon uticaja toplotnog dejstva na materijalu „Gold“.

Za magenta boju na materijalu „Gold“, iz tabele 2. vidimo da tonovi postepeno postaju svjetliji nakon svakog ponavljanja. Vrijednosti koordinate a^* su pozitivne kod svih polja, što znači da ide ka crvenoj osi. Na polju punog

tona, vrijednosti koordinata b^* su pozitivne, dok vrijednosti na 50% i 25% pokrivenosti su negativne, što znači da je boja na poljima sa 50% i 25% pokrivenosti plavija, odnosno manje žuta u odnosu na polje punog tona. U svim poljima dominiraju veće vrijednosti u crvenoj osi što je dobro jer se radi o magenti. Najveću razliku u boji možemo primijeti na polju sa 25% pokrivenosti između drugog ponavljanja i to od 5,24 što se na skali razlike u boji vizuelno opaža kao „masivna razlika“. Ostale vrijednosti opisujemo kao „veoma male razlike“ i „srednje razlike“.

Tabela 2. Vrijednosti Lab i razlike u boji za magenta boju nakon uticaja toplotnog dejstva

PODLOGA	L*	a*	b*	ΔE	Gold	0
M-100-0	33.18	53.61	6.39	M-100	0	/
M-100-1	33.10	53.73	6.25		1	0.21
M-100-2	32.44	54.20	8.34		2	2.17
M-100-3	31.58	54.14	8.63		3	2.80
PODLOGA	L*	a*	b* <td>ΔE</td> <td>Gold</td> <td>0</td>	ΔE	Gold	0
M-50-0	42.90	53.40	-6.79	M-50	0	/
M-50-1	43.38	55.04	-4.88		1	2.55
M-50-2	44.28	54.54	-4.83		2	2.65
M-50-3	43.50	55.31	-3.46		3	3.88
PODLOGA	L*	a*	b* <td>ΔE</td> <td>Gold</td> <td>0</td>	ΔE	Gold	0
M-25-0	55.24	42.86	-14.19	M-25	0	/
M-25-1	54.40	44.06	-13.85		1	1.51
M-25-2	59.50	40.75	-11.96		2	5.24
M-25-3	53.91	44.88	-12.23		3	3.12

Na slikama 2. i 3., koje su skenirane, prikazani su uzorci prije i nakon uticaja trljanja i toplotnog dejstva gdje je korištena subjektivna analiza. Zbog veličina slika biće prikazani uzorci prije trljanja i toplotnog dejstva i poslije trećeg ponavljanja. Skenirani uzorci će biti prikazivani tako da za analizu nakon uticaja trljanja će biti prikazana samo magenta boja dok zbog dobijenih rezultata, poslije uticaja toplotnog dejstva biće prikazane sve boje.



Slika 2. Skenirani uzorci magenta boje nakon uticaja trljanja na materijalu „Gold“

Na materijalu „Gold“ nakon uticaja trljanja, posmatrajući test karte, ne mogu se uočiti razlike između uzoraka. U poređenju sa dobijenim rezultatima objektivnom metodom – dobijenih vrijednosti koje smo opisali kao „krupne razlike“ se vizuelno prema subjektivnoj metodi ne primjećuju. Takođe, na otiscima nema mehaničkih oštećenja. Na materijalu možemo zapaziti horizontalne svijetle trake na uzorcima, za koje smo pretpostavili da se radi o „banding“ efektu.

Na materijalu „Gold“ nakon uticaja toplotnog dejstva, mogu se primijetiti nekoliko uticaja na otisku. Nakon trećeg ponavljanja možemo vidjeti da je došlo do istezanja materijala na krajevima. Na samoj test karti može se uočiti tamne (crne) linije na žutoj boji, dok svijetle vidimo najviše na crnoj boji. Takođe možemo primijetiti i to da se na krajevima test karte, ispod crne boje, nalazi razmazana crna boja na bijeloj (slobodnoj) površini materijala. Primjećuje se i to da se boja nakon svakog ponavljanja postepeno širi i postaje tamnija,

pogotovo u poređenu sa uzorkom skeniranim prije uticaja toplotnog dejstva i trećeg ponavljanja.



Slika 3. Skenirani uzorci nakon uticaja toplotnog dejstva na materijalu „Gold“

4. ZAKLJUČAK

Ako uzmemo u obzir dobijene vrijednosti optičkih gustina svih procesnih boja i nakon oba uticaja, možemo uočiti da je pretežno najveću optičku gustinu dala magenta, dok su cijan i crna imale slične vrijednosti. Ovdje možemo zaključiti da treba povećati nanose crne i cijana, a smanjiti nanose magente tako da vrijednosti prate uravnotežen i kvalitetan otisak, gdje bi crna trebala imati najveći nanos boje, odnosno vrijednost optičke gustine, nakon toga cijan, magenta te žuta boja - kako bi reprodukcija i kontrast boja bila bolji, iako je teško dati konkretne preporuke jer svaki štamparski sistem je specifičan.

Kod analize optičke gustine postoje oscilacije u rezultatima nakon svakog ponavljanja gdje imamo povećanje optičke gustine, pa nakon toga smanjene iste te izjednačavanje vrijednosti sa referentnim otiskom. Za dobijanje ovakvih vrijednosti, data je pretpostavka da je u pitanju neprecizno postavljen otvor mjernog uređaja na isto polje gdje je prethodno izmjerena referentna vrijednost. Naime, mjerni otvor uređaja je pomjeren na 3 različita mjesta u okviru jednog mjernog polja, te su mjerenja ponovljena 3 puta za svaku boju nakon svakog izlaganja uticajima trljanja i toplotnog dejstva.

Nakon uticaja trljanja, najveće vrijednosti možemo vidjeti na punim tonovima u poređenju sa prvim i trećim ponavljanjem, a vrijednosti se opisuju kao „krupne razlike“ i „masivne razlike“ prema vizuelnoj skali dvije boje. Odstupanja vrijednosti svjetline tonova uočene su na rezultatima dobijenim pri mjerenju CIE Lab, na oba uzorka, gdje su se vrijednosti postepeno povećavale nakon uticaja trljanja. Koordinate a^* i b^* kod svih uzoraka su ujednačene i dominiraju one vrijednosti u zavisnosti o kojoj boji je riječ.

Nakon uticaja toplotnog dejstva, najveće razlike u boji, izračunate su na poljima punog tona i poljima od 25% pokrivenosti, a koje variraju između vrijednosti koje opisujemo kao „srednje razlike“ i „krupne razlike“. Svjetlina na oba uzorka se blago povećala ili ostala

ujednačena u odnosu na referente vrijednosti. Koordinate a^* i b^* kod svih uzoraka su ujednačene i dominiraju one vrijednosti u zavistnosti o kojoj boji je riječ.

Ako uporedimo rezultate dobijene nakon oba uticaja, možemo zaključiti da nakon uticaja trljanja imamo veće razlike u odnosu na rezultate dobijene nakon uticaja toplotnog dejstva.

Nakon uticaja trljanja i toplotnog dejstva, dobijeni rezultati nisu usaglašeni sa predstavjenim vrijednostima optičke gustine. Vrijednosti dobijene mjerenjem optičke gustine u poređenu sa vrijednostima dobijenim preko Lab koordinata nisu usaglašeni, jer se svjetlina tona postepeno povećavala nakon uticaja trljanja i toplotnog dejstva, dok su vrijednost optičke gustine imale oscilacije nakon svakog ponavljanja. Dobijene vrijednosti svjetline izračunate na materijalu „Gold” idu u prilog prethodnoj pretpostavci - neprecizno postavljen otvor mjernog uređaja, gdje vidimo da je svaka boja postala za nijansu svjetlija nakon uticaja trljanja i toplotnog dejstva, a što ne pokazuju izmjerene vrijednosti optičke gustine. odnosno, boja nakon uticaja trljanja se skinula sa materijala i postala svjetlija.

Subjektivnom metodom utvrđeno je i to da prije i nakon uticaja, kod svih boja nalaze se svijetle horizontalne linije, a kod žute boje na punim tonovima tamnije (crne) linije. Svijetle linije se najbolje mogu uočiti na magenti i crnoj boji. Može se dati pretpostavka da se radi o „banding” efektu, ali ne može se sigurnošću tvrditi jer se ispitivanja rade prema *ISO/IEC 24790* standardu i korišćenjem digitalnih mikroskopa sa promjenljivom optikom (npr. *QUE PIAS II*). *Banding* se pojavljuje kao vertikale ili horizontalne trake (linije) na otisku koji mogu biti svijetle ili tamne. Predstavlja jednodimenzionalnu varijaciju u vidu neodštampanih linija na površinama koje bi trebale da budu homogene. Za najčešći uzrok ovog efekta navode se začepljene ili prljave mlaznice na glavi štampača.

Može se zaključiti da su svijetle trake na otiscima i neprecizno postavljen otvor mjernog uređaja doprinijeli oscilacijama u dobijenim vrijednostima instrumentalnim mjerenjem. Svijetle trake za koje stoji pretpostavka da se radi o *banding* efektu mogu se riješiti čišćenjem mlaznica. Ako uzmemo u obzir karakteristike Mimaki mašine koja sadrži instalirane jedinice na provjeru mlaznica (engl. Nozzle Check Unit – NCU) koje automatski očitavaju i čiste začepljene mlaznice, možemo odbaciti ovaj uzrok. Drugo rješenje, ogleda se u povećanju broja pasova (prolaza) glave štampača. Prolaz se odnosi na broj puta kada glava štampača pređe preko određene oblasti da bi nanijela boju. Ako je prolaz prenizak, to može dovesti do neadekvatne pokrivenosti bojom.

Pozivajući se na odrađenu stručnu praksu u ovoj štampariji, poznato je da je broj prolaza na ovoj mašini podešen na 6. Najveća vrijednost (broj) je 24 prolaza, koji se podešavaju u RIP softveru. Podešavanjem brzine prolaza i optimizacijom boje mogu pomoći ublažavanju ovog problema. Preciznije postavljanje mjernog otvora može se riješiti jednostavnim oznakama površine test karte na kojima će se vršiti mjerenja.

Materijal „Gold” objektivnom metodom je davao dobre rezultate dok su se pomoću subjektivne metode mogli vidjeti nekoliko uticaja: došlo je do istežanja na krajevima površine i razmazivanje crne boje na slobodnoj površini materijala. Na mehanička oštećenja se ne može uticati. Rješenje razmazivanja boje može se naći u tretmanima poslije štampe, koji kod tekstila mogu uticati na postojanost, dobru reprodukciju boja kao i precizan otisak. Fiksiranje boja kao jedan od tretmana poslije štampe, je vršen putem rotacione toplotne prese. Drugi tretman koji se može koristiti jeste pranje. Pranje je potrebno da bi se uklonila svaka nefiksirana boja. Na kraju, zaključak je i to da se subjektivna i objektivna metoda međusobno dopunjuju. Ključni elementi za procjenu postojanosti otiska mogu se isključivo dobiti pomoću objektivne i subjektivne metode, zajedno.

5. LITERATURA

[1] Kašiković, N. Novaković, D. Jurić, I. (2016) – Digitalna štampa, Praktikum za vežbe. FTN izdavaštvo. Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

[2] Mimaki, (n.d.) – Mimaki tx300p 1800 mkII (Online) Dostupno na: https://mimaki.com/product/inkjet/textile/tx300p-1800_mkII/specification.html (Pristupljeno: 05.10.2023.)

Adresa autora za kontakt

Nikolina Sjerić

E-mail: nikolinasjeric@gmail.com

dr Nemanja Kašiković

E-mail: knemanja@uns.ac.rs

dr Rastko Milošević

E-mail: rastko.m@uns.ac.rs