



DIGITALNA INK JET ŠTAMPA NA KERAMIČKIM PLOČICAMA

DIGITAL INK JET PRINTING ON CERAMIC TILES

Svetlana Isakov, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U okviru rada predstavljen je princip Ink Jet štampe sa akcentom na piezoelektričnu aktivaciju. Za štampu je korišćen grafički sistem EVOLVE EVOeight sa recirkulacijskom glavom za štampu serije Seiko RC 1536. Za potrebe istraživanja je kreirana i odštampana test karta porasta tonskih vrednosti na mat i sjajnim zidnim pločicama u četiri različite rezolucije: 150 dpi, 200 dpi, 250.83 dpi i 360 dpi. Izvršena su merenja CIE Lab vrednosti, razlike boja, porasta tonskih vrednosti, optičke gustine i beline i žutoće. Takođe je odrađena i analiza merenja i rezultata karakteristika keramičkih pločica po standardima koji se koriste za samu proveru kvaliteta pločica. Cilj istraživanja jeste da se vidi kako se princip rada Ink Jet štampe koristi za dekoraciju keramičkih pločica, kao i sama procena kvaliteta štampe, analiza i upoređivanje uzoraka pomoću odgovarajućih metoda, ISO standarda i uređaja.

Gljučne reči: Digitalna štampa, Ink Jet, keramičke pločice

Abstract – The paper presents the principle of Ink Jet printing with an emphasis on piezoelectric activation. The EVOLVE EVOeight graphics system with a Seiko RC 1536 series recirculation print head was used for printing. For the needs of the research, a test map of the increase of tonal values on matt and glossy wall tiles in four different resolutions was created and printed: 150 dpi, 200 dpi, 250.83 dpi and 360 dpi. Measurements of CIE Lab values, color differences, increase in tonal values, optical density and whiteness and yellowness were performed. The analysis of measurements and results of characteristics of ceramic tiles according to the standards used for checking the quality of tiles was also performed. The aim of the research is to see how the principle of Ink Jet printing is used for the decoration of ceramic tiles, as well as the assessment of print quality, analysis and comparison of samples using appropriate methods, ISO standards and devices.

Keywords: Digital printing, Ink jet, ceramic tiles

1. UVOD

Ink Jet štampa pruža suštinski drugačiji proces štampanja u odnosu na konvencionalni proces. Kreiranje i taloženje svake male kapljice boje se vrši pod digitalnom kontrolom, tako da svaki uzorak štampan u nizu može da se

NAPOMENA:

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

razlikuje od drugih, kao i da bude isti. Kod svih Ink Jet postupaka, kapljice za dobru reprodukciju detalja moraju da budu vrlo male i potrebno ih je mnogo za štamparsku sliku i smeju se prskati samo na mestima slike.

Drop on Demand Ink Jet tehnologija je specifična jer se kap proizvodi samo kada je neophodna i dopušta različite izvedbe pojedinačnih kapi boje prema vrsti i načinu postupka. Postoje dva uobičajena tipa aktuatora: Termalni i Piezoelektrični Drop on Demand. Glave za štampanje za obe metode Drop on Demand štampanja obično sadrže stotine odvojenih mlaznica, koje se napajaju iz jednog razvodnika boje, ali svaka se može pojedinačno adresirati. Pošto svaka mlaznica pali samo po potrebi, mlaznice su neaktivne veći deo vremena. To znači da promene u boji na otvorenoj mlaznici (npr. isparavanjem) mogu, nakon nekog vremena, da utiču na performanse te mlaznice kada se sledeći put ispusti boja. U najgorem slučaju, mlaznica može da ne ispali. Drop on Demand zavisi od toga da ima mehanizam za aktiviranje koje će preneti dovoljno energije na odgovarajuću zapreminu tečnosti da bi joj omogućio da formira kap (stvarajući novu površinu) i putuje do podloge razumnom brzinom [1].

Jedna od ogromnih prednosti Ink Jet štampe je mogućnost štampe na velikom broju različitih podloga [2, 3]. Jedna od takvih podloga su i keramičke pločice. Prvi Ink Jet keramički ukrasni štampači su se pojavili oko 2000. godine i imali su lošu pouzdanost sa blokiranim i devijantnim mlaznicama koje su uzorkovale neželjene bele i tamne linije na pločicama.

Štampači su zahtevali često održavanje da bi se uklonile začepljene mlaznice, što je činilo neprikladnim za proizvodnju u punom obimu, a glave štampača su morale da se menjaju više puta po visokim troškovima. Pored toga, slike su bile veoma zrnaste i ne baš privlačne. Naravno, kompanije su počele ulagati i u ovaj segment, pa se danas veliki borj kvalitetno odštampanih pločica može dobiti Ink Jet tehnikom štampe. Upravo zbog toga je i postavljen cilj rada, a to je da se ispita kvalitet otiska dobijenih štampom pomoću grafičkog sistema EVOLVE EVOeight.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

U eksperimentalnom delu su vršena merenja pomoću spektrodensitometra, radi provere CIE Lab vrednosti, razlike boja, porasta tonskih vrednosti, optičke gustine, i beline i žutoće, a kao podloga su korišćene po četiri zidne pločice, sjajne i mat, na kojima je odštampana karta porasta tonskih vrednosti u rezolucijama 150 dpi, 200 dpi, 250.83 dpi i 360 dpi. Merni instrument, Teckhon SpectroDens, poseduje softver i direktno je povezan sa

tabelama u Excel-u, tako da su se vrednosti istog trenutka upisivale u tabele.

Mašina na kojoj su štampane pločice je EVOLVE EVOeight sa recirkulacijskom glavom za štampu serije Seiko RC 1536. Mašina za štampu se nalazi u posebnoj kabini, gde je temperatura 23°C. Nakon odštampanih uzoraka, pločice su pečene na temperaturi od 1040°C, 52 minuta.

3. REZULTATI MERENJA I DISKUSIJA

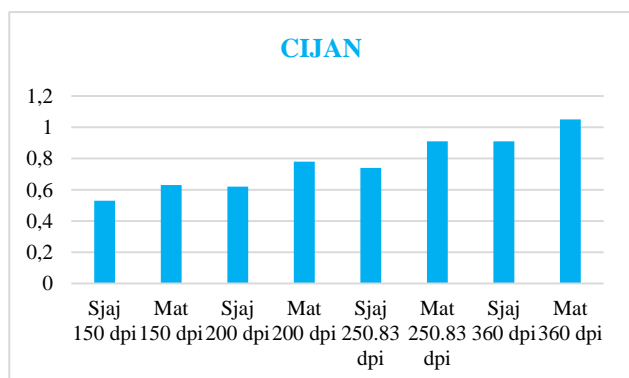
Zbog većeg broja rezultata dobijenih istraživanjem, predstavljeni su rezultati optičke gustine, beline i žutoće keramičke pločice i Lab vrednosti keramičke pločice.

3.1. Optička gustina

Za merenje optičke gustine je bilo potrebno da se prvo merni uređaj kalibriše na samoj podlozi za štampu. Merenje je vršeno na svim podlogama na polju punog tona svake procesne boje (CMYK), po tri puta na različitim mestima. Zatim su izračunate srednje vrednosti i prikazane tabelarno (Tabela 1), kao i grafički (grafici od 1 - 4).

Tabela 1. Srednje vrednosti optičke gustine za sve četiri procesne boje

	C	M	Y	K
Sjaj 150 dpi	0.53	0.93	0.1	0.93
Mat 150 dpi	0.63	0.97	0.11	0.99
Sjaj 200 dpi	0.62	1.13	0.12	1.13
Mat 200 dpi	0.78	1.15	0.15	1.19
Sjaj 250.83 dpi	0.74	1.24	0.14	1.3
Mat 250.83 dpi	0.91	1.2	0.18	1.3
Sjaj 360 dpi	0.91	1.38	0.2	1.48
Mat 360 dpi	1.05	1.23	0.23	1.29

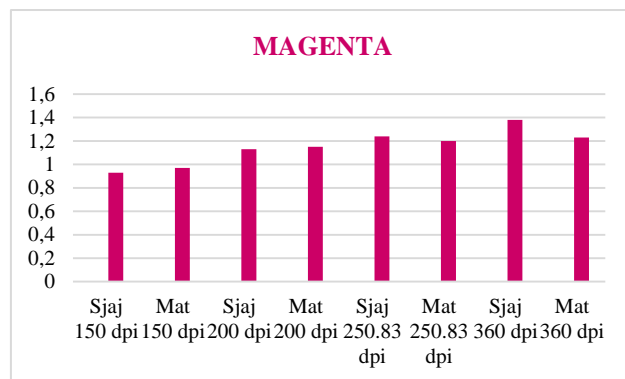


Grafik 1. Grafički prikaz srednjih vrednosti optičke gustine za cijan

Upoređivanjem isključivo sjajnih i isključivo mat podloga, povećava se nanos kako se povećava rezolucija. Kod sjajnih podloga, vrednost između 150 dpi i 200 dpi je povećana za 0.09. Između 200 dpi i 250.83 je vrednost povećana za 0.12, a između 250.83 dpi i 360 dpi je

povećana za 0.17. Kod mat podloga je povećana vrednost između 150 dpi i 200 dpi za 0.15, između 200 dpi i 250.83 dpi je povećana razlika za 0.13, a povećana razlika između 250.83 dpi i 360 dpi je 0.14.

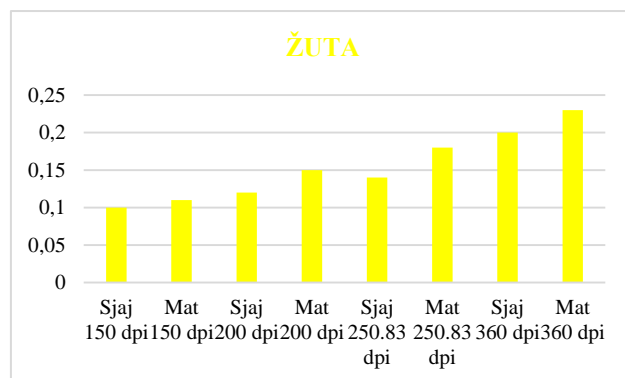
Upoređivanjem istih rezolucija, na različitim podlogama, veće vrednosti imaju mat podloge. Podloge sa rezolucijom 150 dpi imaju razliku vrednosti od 0.1, za podloge sa rezolucijom 200 dpi je razlika 0.16. Za podloge od 250.83 dpi je razlika 0.17, a podloge rezolucije 360 dpi imaju razliku od 0.14.



Grafik 2. Grafički prikaz srednjih vrednosti optičke gustine za magentu

Kao i kod cijana, sa povećanjem rezolucije, povećava se i nanos kod obe vrste podloga. Kod sjajnih podloga, vrednost između 150 dpi i 200 dpi je povećana za 0.2, između 200 dpi i 250.83 dpi je povećana za 0.11, između 250.83 dpi i 360 dpi je povećana za 0.14. Kod mat podloga, između 150 dpi i 200 dpi je povećana vrednost za 0.18, između 200 i 250.83 dpi je za 0.05, i između 250.83 i 360 dpi je povećana vrednost za 0.03.

Kod upoređivanja istih rezolucija na različitim podlogama, veoma su male razlike, ali za razliku od cijana, kod magente, mat podloge prednjače u vrednostima izračunatim u rezolucijama od 150 dpi i 200 dpi, dok su kod rezolucija 250.83 dpi i 360 dpi u prednosti sjajne podloge. Podloge rezolucije 150 dpi imaju razliku vrednosti od 0.04, podloge rezolucije 200 dpi su sa razlikom od 0.02, podloge 250.83 dpi imaju razliku 0.04, a podloge 360 dpi imaju razliku 0.15.

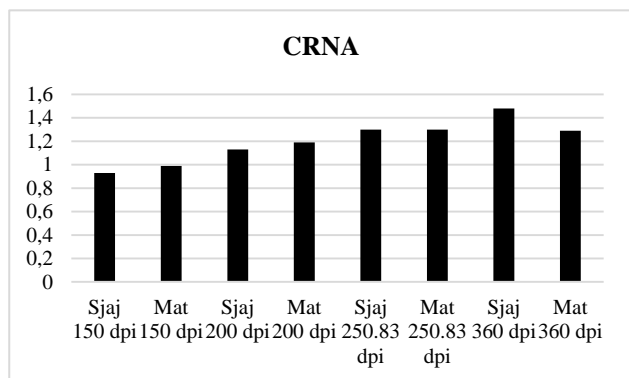


Grafik 3. Grafički prikaz srednjih vrednosti optičke gustine za žutu

Kod žute boje se takođe povećavaju vrednosti kako se povećava rezolucija. Kod sjajnih podloga između 150 dpi i 200 dpi je povećana vrednost za 0.02, između 200 dpi i 250.83 dpi je povećana vrednost za 0.02, između 250.83 i

360 dpi je povećana za 0.06. Kod mat podloga je vrednost između 150 dpi i 200 dpi povećana za 0.04, između 200 dpi i 250.83 dpi za 0.03 i između 250.83 i 360 dpi je povećana vrednost za 0.05.

Upoređivanjem istih rezolucija na različitim podlogama, veće vrednosti imaju mat podloge. Podloge rezolucije 150 dpi imaju razliku vrednosti od 0.01, podloge rezolucije 200 dpi su sa razlikom od 0.03, podloge 250.83 dpi imaju razliku 0.04 i podloge 360 dpi imaju razliku 0.03.



Grafik 4. Grafički prikaz srednjih vrednosti optičke gustine za crnu

Vrednosti crne boje se povećavaju sa povećanjem rezolucije, osim kod mat podloge sa rezolucijom 360 dpi, gde je mali pad vrednosti u odnosu na rezoluciju 250.83 dpi. Povećanje vrednosti sjanih podloga između 150dpi i 200dpi je 0.2, između 200 dpi i 250.83 je povećanje 0.17, a između 250.83 i 360 dpi je 0.18. Mat podloge, između rezolucija 150 dpi i 200 dpi imaju povećanje vrednosti 0.2, između 200 dpi i 250 dpi imaju povećanje 0.11, dok je mali pad vrednosti kod 360 dpi u odnosu na 250.83 dpi, 0.01. Iste rezolucije na različitim podlogama, kod rezolucija 150 dpi i 200 dpi, veće vrednosti imaju mat podloge, kod rezolucije 250.83 dpi su vrednosti izjednačene, a za 360 dpi veću vrednost ima sjajna podloga. Podloge sa rezolucijom 150 dpi imaju razliku vrednosti od 0.06, za podloge sa rezolucijom 200 dpi je razlika 0.06, podloge od 250.83 dpi imaju izjednačene vrednosti i podloge rezolucije 360 dpi imaju razliku od 0.19. Gledajući isključivo vrednosti koje su dobijene štampanjem u rezoluciji od 360 dpi, redosled od najvećeg do najmanjeg nanosa je: crna, magenta, cijan, žuta.

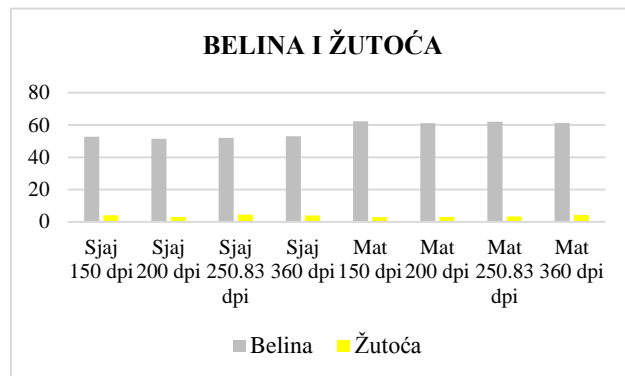
3.2. Belina i žutoća keramičke pločice kao podloge za štampu

Merenje vrednosti za belinu i žutoću podloge je vršeno tako što se merni uređaj kalibrisao na beloj keramičkoj pločici, koja se nalazi u okviru uređaja, sa prethodnim podešavanjem na osvetljenju D65 i uglu posmatranja 10°. Izvršeno je merenje beline i žutoće na svim vrstama podloga, na deset nasumično izabranih polja, na celoj površini koja nije štampana, zatim su izračunate srednje vrednosti, prikazane tabelarno (Tabela 2), kao i grafički (Grafik 5).

Dobijene vrednosti pokazuju da kod uzoraka sjajne podloge postoje veoma male razlike u vrednostima beline i žutoće, kao i kod vrednosti dobijenih kod mat uzoraka. Mat uzorci imaju veće vrednosti beline u odnosu na sjajne podloge, a žutoća je kod obe vrste podloga približnih vrednosti.

Tabela 2. Srednje vrednosti beline i žutoće

	Sjaj 150 dpi	Mat 150 dpi	Sjaj 200 dpi	Mat 200 dpi	Sjaj 250.83 dpi	Mat 250.83 dpi	Sjaj 360 dpi	Mat 360 dpi
Belina	52.78	51.46	52	53.07	62.29	61.15	62.1	61.23
Žutoća	4.06	3.11	4.43	3.95	2.86	3.11	3.39	4.24



Grafik 5. Grafički prikaz srednjih vrednosti beline i žutoće

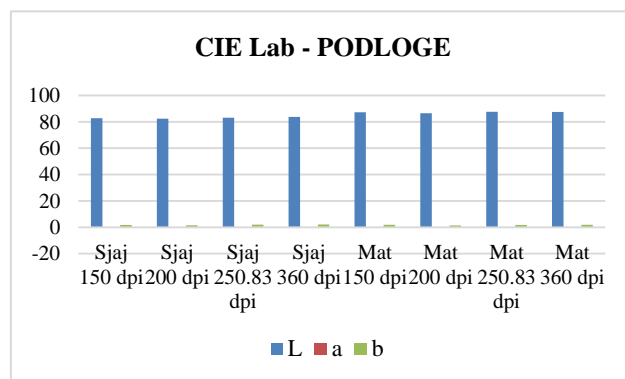
Podloge su bele, sa malim udelom žute i zavise od samog sastava minerala pločica i glazura koje se nanose, ne zavise od rezolucije jer su vrednosti merene na praznim poljima.

3.3. Lab vrednosti keramičke pločice kao podloge za štampu

Lab vrednosti za podlogu su merene tako što se merilo na svim vrstama podloga na 5 nasumično izabranih mesta koje nisu štampane i izračunale su se njihove srednje vrednosti. U tabeli 3 su prikazani rezultati. Grafički prikaz je dat grafikom 6.

Tabela 3. Srednje Lab vrednosti za keramičke pločice kao podloge za štampu

	Sjaj 150 dpi	Sjaj 200 dpi	Sjaj 250.83 dpi	Sjaj 360 dpi	Mat 150 dpi	Mat 200 dpi	Mat 250.83 dpi	Mat 360 dpi
L	82.7	82.34	83.08	83.68	87.29	86.48	87.6	87.52
a	-0.27	-0.23	-0.12	-0.09	-0.11	-0.14	-0.17	-0.15
b	1.74	1.58	2.06	2.15	1.86	1.36	1.73	1.9



Grafik 6. Grafički prikaz srednjih Lab vrednosti za keramičke pločice kao podloge za štampu

Rezolucije u kojima se štampalo ne igraju nikakvu ulogu, jer su merenja vršena na praznim površinama, ali su naznačene radi upoređivanja rezultata.

Kada se posmatra grupa sjajnih pločica, L vrednosti su dosta približne, kao i kod mat. Najveća izmerena vrednost kod sjajnih pločica koja je izmerena je 83.68, a najmanja vrednost je 82.34. Kod mat pločica, najveća izmerena vrednost je 87.6, a najmanja 86.48. Upoređujući dve vrste podloga, najveća izmerena vrednost je 87.6 (mat), a najmanja 82.34 (sjaj). Dobijene vrednosti a za sjajne pločice su malo veće kod prva dva uzorka nego kod druga dva. Najveća izmerena vrednost je -0.27, a najmanja -0.09. Kod mat pločica su vrednosti dosta ujednačene, gde je razlika između najveće i najmanje izračunate vrednosti a -0.06. Poređenjem dve vrste pločica, najmanja i najveća vrednost je izmerena kod sjajnih pločica, -0.27 i -0.09.

Vrednosti b , za obe vrste podloga su približne. Najveća za sjajne je 2.15 (što je čini i najvećom kada se upoređuju sjajne i mat), a najmanja je 1.58. Za mat je najveća vrednost 1.86, a najmanja 1.36 (što je čini i najmanjom kada se upoređuju sjajne i mat pločice). Zaključuje se da su sve vrste podloga dosta svetle (L vrednosti), a vrednosti a i b su bliže nuli gde se nalazi siva boja.

4. ZAKLJUČAK

Digitalni pristup je povećao kvalitet keramičkih pločica, omogućio proizvodnju realistične i življe pločice, ali i otvorio nove nivoe dizajna.

Kvalitet štampe zavisi od rezolucije u kojoj se štampa. Pored mašine na kojoj se štampa, bitan faktor jesu glave za štampu, boja koja se koristi i podloga za štampu. Interakcija boje sa podlogom određuje debljinu sloja, a samim tim i kvalitet odštampane slike, posebno u višebrojnoj štampi.

U keramičkim aplikacijama, zbog tehničkih problema povezanih sa neorganskim pigmentima, boje cijan, magenta, žuta i crna (CMYK) su u stvarnosti približne. Cijan je skoro dizajnirani nivo, ali magenta ima nizak intenzitet, tako da je osvetljenost smanjena da bi se dobila visoka zasićenost. Žuta je bleđa zbog niske zasićenosti boja, a crna ima crvenu nijansu. Ovo rezultira veoma uskim rasponom boja i potrebno je prilagođavanje originalnih podataka odgovarajućim podacima za štampanje na računaru.

Sastav glazure je veoma bitan faktor za tehnologiju dekoracije keramičkih pločica Ink Jet štampe. Pigmenti se razlažu i tope glazurom u procesu pečenja, jer su pigmenti za keramičke boje veoma fine čestice. Sastav glazure treba optimizovati kako bi se dobio dobar raspon boja. Mnoge vrste metalnih oksida se koriste kao komponente glazure. Ako se moraju koristiti, treba ih svesti na minimum. Kalaj oksid pojačava crvenu boju, ali sve čini crvenkastim. Titanijum oksid pojačava crvenu i žutu boju, ali sve čini žučkastim i smanjuje crnu boju. Oksidi metala utiču na boju i njen sastav glazure treba optimizovati u proizvodnji, posebno uslove pečenja.

Keramika, krhka po prirodi, koja ima složeniju hemiju i zahteva naprednu tehnologiju obrade i opremu za proizvodnju, najbolje funkcioniše kada se kombinuje sa drugim materijalima, kao što su metali i polimeri koji se mogu koristiti kao potporne strukture.

5. LITERATURA

- [1] Martin, G.D., Hutchings, I. M., Inkjet Technology for Digital Fabrication, Inkjet Research Centre, Institute for Manufacturing, University of Cambridge, United Kingdom, 2013.
- [2] Kašiković, N., Novaković, D., Jurič, I., Digitalna štampa, praktikum za vežbe. FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2016
- [3] Novaković, D., Kašiković, N., Digitalna štampa, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2013.

Adresa autora za kontakt

Svetlana Isakov, isakusha@gmail.com

Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs

Rastko Milošević, rastko.m@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn

Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad