

**POSTOJANOST NA TRLJANJE OTISAKA NA METALU DOBIJENIH GRAFIČKIM SISTEMOM DURST RHO 750****RUBBING RESISTANCE OF METAL SUBSTRATES PRINTED ON DURST RHO 750 PRINTING MACHINE**Ivana Stupar, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratak sadržaj** – U okviru ovog rada izvršeno je ispitivanje metalnih materijala štampanih digitalnom tehnikom štampe na mašini Durst Rho 750. Test karta je štampana na tri metalna materijala, debljine od 3-4 mm. Na osnovu analize optičke gustine, relativne spektralne refleksije, obima i površine linija, razlike boja i  $L^*a^*b^*$  vrednosti, došli smo do saznanja kako se ovi parametri menjaju pod uticajem trljanja. Rezultati su predstavljeni tabelarano i grafički.

**Ključne reči:** Digitalna štampa, Ink-Jet, trljanje, kontrola kvaliteta, metal

**Abstract** In this research we are examined metal materials printed on digital Ink-Jet printing machine Durst Rho 750. The test card was printed on three metal materials, 3-4 mm of thickness. Based on the analysis of optical density, relative spectral reflection, volume and surface of lines, color differences and  $L^*a^*b^*$  values, we came to know how these parameters change under the influence of rubbing. The results are presented through tables and charts.

**Keywords:** Digital printing, Ink-Jet, rubbing, quality control, metal

**1. UVOD**

Pod pojmom „digitalna štampa“, podrazumeva se štamparska slika koja do ulaska u štamparsku mašinu ostaje u digitalnoj formi i tek u mašini ponovo bude sastavljena u analognu štamparsku sliku. Radi razumevanja različitih primena pojma digitalna štampa, potrebno je razmotriti procese prenošenja boje kod štamparskih postupaka. Za ovo je potrebno znati razlike između analognog i digitalnog u štamparskoj tehnici. Boje se kod postupka sa štamparskom formom prenosi u najmanje dva procesa. Ta dva postupka su prenošenje na štamparsku formu „obojavanje“ i prenošenje na materijal za štampu. Kada ovi procesi prenose štamparsku sliku površinski, onda je to analogno. Ako se prenošenje vrši rasterizovano - tačkasto, najčešće kroz tačke raspoređene u redove, naziva se digitalno. U poređenju sa konvencionalnom tehnikom štampe, digitalna štampa ima svojih prednosti za manje tiraže, više se isplati digitalna, a za veće ofset tehnika štampe [1].

**NAPOMENA:**

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

**2. EKSPERIMENTALNI DEO**

Za potrebe eksperimentalnog dela rada vršeno je ispitivanje kvaliteta štampe na metalnim podlogama primenom Ink Jet štampe. Za ispitivanje su korišćena tri materijala, izrađena od aluminijuma sa polietilenskim jezgrom. C materijal (debljine 3 mm) je oslojen sa belim slojem aluminijuma dok su A (3 mm) i B (4 mm) oslojeni sivim aluminijumom.

Eksperimentalno utvrđivanje uticajnih parametara ima za posledicu analizu i praćenje određenih parametara koji su ključni za dobijanje kvalitetnog otiska. Na sva tri materijala štampana je ista test karta, koja se sastoji od RGB i CMYK polja punog tona, dimenzije 12x4 cm, kao i polja za analizu obima, površine i debljine linija.

Na uzorcima su mereni sledeći parametri: optička gustina, relativna spektralna refleksija,  $L^*a^*b^*$  vrednosti i analiza debljine linija. Cilj eksperimentalnog dela jeste pratiti promene na otiscima posle svakog ciklusa trljanja i uporediti ih sa otiskom pre trljanja. Otisci su prošli kroz tri ciklusa po 50 trljanja. Štampani su na A3 formatu, ali su zbog procesa trljanja, isečeni na dimenzije koje odgovaraju uređaju za trljanje (12x4 cm).

**2.1. Mašina za štampu Durst Rho 750**

Metalni materijali štampani su na Durst Rho 750 Ink Jet mašini za štampu. Ova mašina predstavlja izrazito brz i fleksibilan visokomodularni Ink Jet sistem. Posедуje sistem oslikavanja sa redovima silikonskih mlaznica (Arrays sistem) kao i MEMS tehnologiju što osigurava veoma visok kvalitet slike, čak i za čiste boje. Poseduje mogućnost štampanja materijala iz rolne korišćenjem dodatnih boja, bez gubitka brzine.

Vrhunski kvalitet gradnje Durst Rho 750 posедуje segmentiranu bioničku vratilicu i magnetni sistem linijskog pogona što omogućuje dugovečnost i pouzdanost. UV boje koje koristi data mašina ne sadrže VOC komponente. Štampa širinu od 205 cm, bilo koja dužina materijala da je u pitanju [2].

**2.2. Testex TF411**

Testex TF411 predstavlja elektronski uređaj za određivanje postojanosti boje materijala na suvo ili mokro trljanje. Držač uzorka obezbeđuje brzo postavljanje istih kao i ponovljivost rezultata. Uređaj posедуje unapred određeni brojač za trljanje do 999,999 puta [3].



Slika 1. Testex TF411 [3]

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

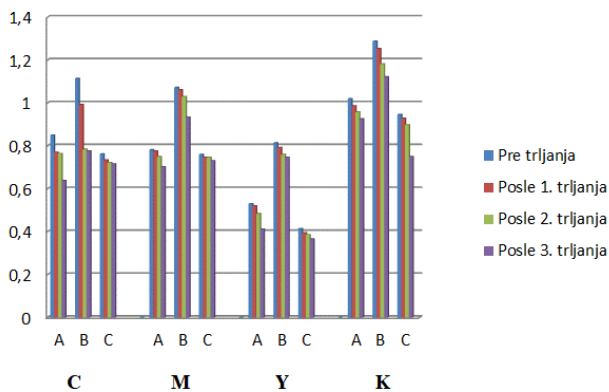
U delu rezultati i diskusija, predstavljeni su dobijeni rezultati za optičku gustinu,  $L^*a^*b^*$  vrednosti i razlika boja, kao najznačajniji element.

#### 3.1. Optička gustina

Optička gustina merena je na poljima punog tona CMYK-a i RGB-a. Merenje je vršeno 5 puta na različitim mestima u okviru jednog polja i to pre i nakon svakog od tri procesa trljanja.

Na slici 2. primećuje se da najveću vrednost optičke gustine imaju uzorci odštampani crnom bojom, a najmanju vrednost uzorci na koje je naneta žuta boja. Isto tako vidi se da optička gustina opada nakon svakog procesa trljanja.

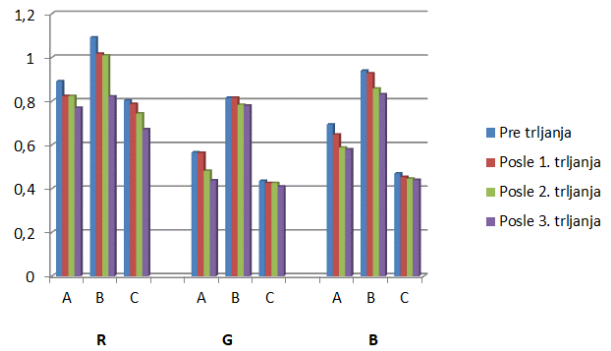
Najveću vrednost optičke gustine, kada su u pitanju materijali, ima B materijal, zbog svoje gramature koja je veća u odnosu na materijale A i C.



Slika 2. Vrednosti optičke gustine za CMYK

Na slici 3. takođe se primećuje kako B materijal ima najveću optičku gustinu. Jasno se vidi kako je optička gustina kod svih materijala i boja bila najveća pre procesa trljanja i kako ista opada posle svakog ciklusa trljanja. Najveća vrednost je izmerena na uzorcima odštampanim crvenom bojom, dok je najmanja prisutna vrednost zabeležena kod uzoraka zelene boje.

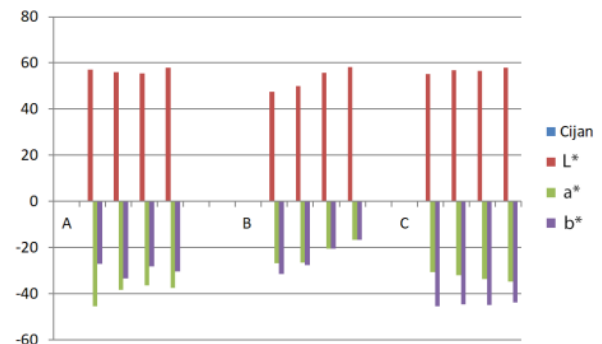
Na osnovu ovih rezultata, jasno možemo da zaključimo da vrednost optičke gustine raste što je veći nanos boje, boja je tamnija, a procenat reflektovane svetlosti opada i dok smanjenjem nanosa boje vrednost optičke gustine opada, boja je svetlija, a procenat reflektovane svetlosti raste.



Slika 3. Vrednosti optičke gustine za RGB

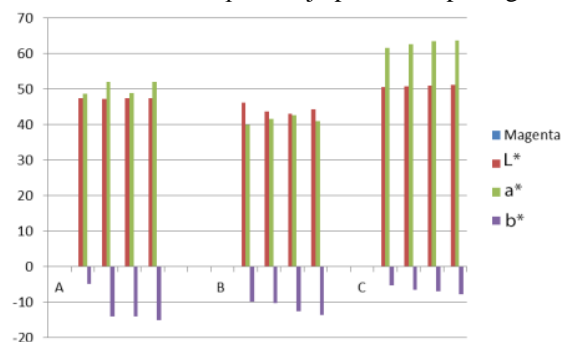
#### 3.2. $L^*a^*b^*$ vrednosti boja

Na osnovu slike 4. može se zaključiti da najnižu i najvišu vrednost svetline ima B materijal pre samog procesa trljanja i nakon trećeg trljanja. Što se tiče  $a^*$  i  $b^*$  komponenti, tu se vidi da su sve vrednosti u minusu, što znači da za svaki uzorak kada je cijan u pitanju preovladava zeleni ton. Najveću vrednost  $-a^*$  ima A materijal pre samog procesa trljanja, dok najmanju ima B materijal posle trećeg procesa trljanja. Najveću vrednost  $-b^*$  ima C materijal takođe pre procesa trljanja, dok najmanju vrednost kao i kod  $-a^*$  ima B materijal posle trećeg procesa trljanja.



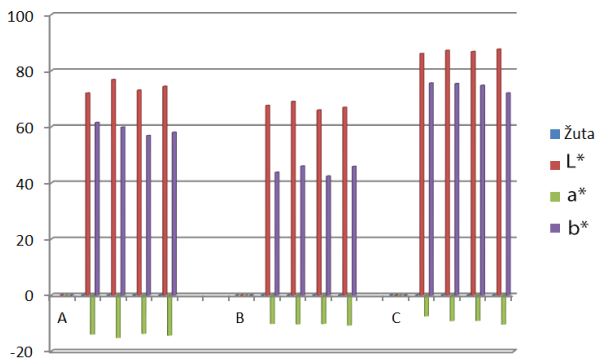
Slika 4.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za cijan

Kod magente na osnovu slike 5. što se tiče svetline, vidi se da najveću svetlinu ima C materijal posle trećeg trljanja, dok najmanju ima B materijal posle drugog trljanja. Kod  $a^*$  komponente sve vrednosti su u plusu što potvrđuje da u magenti preovladava crveni ton. Najveću vrednost  $a^*$  komponente ima C materijal nakon trećeg trljanja, a najmanju B materijal pre procesa trljanja. Najveću vrednost  $b^*$  komponente ima A materijal posle trećeg trljanja, a najmanju pre samog procesa trljanja. Kada je u pitanju  $b^*$  komponenta, vidi se da su sve vrednosti u minusu što potvrđuje prisutnost plavog tona.



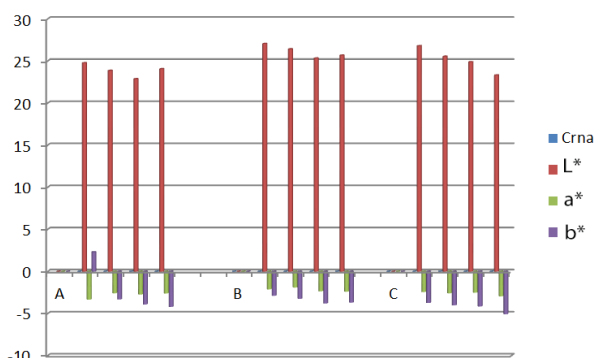
Slika 5.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za magentu

Kod žute boje na osnovu podataka sa slike 6. primećuje se da je svetlina najveća kod C materijala (nakon drugog procesa trljanja), a najmanja kod B materijala takođe posle drugog procesa trljanja. Sve  $a^*$  komponente su u minusu, a to potvrđuje prisutnost zelenog tona. Najveću vrednost ima A materijal posle prvog procesa trljanja, dok najmanju ima C materijal pre samog procesa trljanja. Sve  $b^*$  komponente su u plusu, što nam ukazuje na prisutnost plavog tona. Najveću vrednost ima C materijal pre procesa trljanja, a najmanju B materijal posle drugog procesa trljanja.



Slika 6.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za žutu

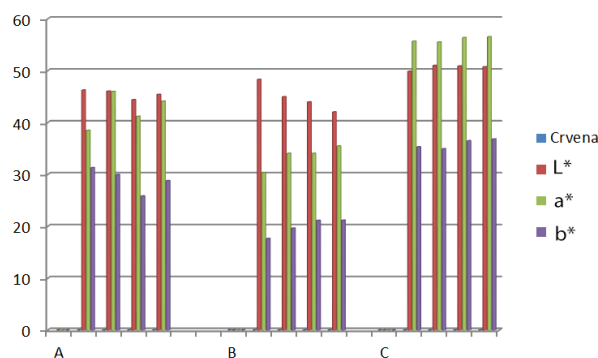
Na osnovu slike 7. zaključuje se da kod crne boje, najveću  $L^*$  vrednost ima materijal B pre procesa trljanja, a najmanju ima materijal A posle drugog procesa trljanja. Sve vrednosti  $a^*$  komponente su u minusu, što nam ukazuje na prisutnost zelenog tona. Najveću  $-a^*$  vrednost ima A materijal pre procesa trljanja, a najmanju B materijal posle prvog procesa trljanja. Najveću  $-b^*$  vrednost ima C materijal posle trećeg procesa trljanja, a najmanju A materijal pre samog procesa trljanja. Zbog minusa u svim rezultatima  $b^*$  komponente, zaključuje se da postoji prisustvo plavog tona u crnoj procesnoj boji.



Slika 7.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za crnu

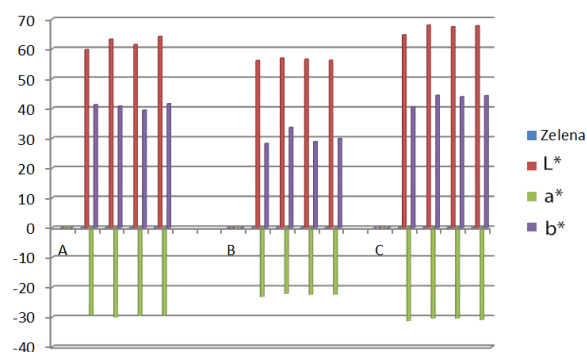
Kod crvene boje, najveću vrednost  $L^*$  komponente ima C materijal posle prvog trljanja, a najmanju B materijal posle trećeg trljanja.

Kod  $a^*$  komponente, sve vrednosti su u plusu, što potvrđuje prisutnost crvenog tona. Najveću vrednost  $a^*$  ima C materijal posle trećeg procesa trljanja, a najmanju B materijal pre samog procesa trljanja. Najmanju  $b^*$  vrednost ima takođe B materijal pre samog procesa trljanja, dok najveću vrednost isto tako C materijal posle trećeg trljanja. Zbog vrednosti  $b^*$  komponente u plusu, zaključuje se da je u crvenoj boji više prisutan žuti nego plavi ton.



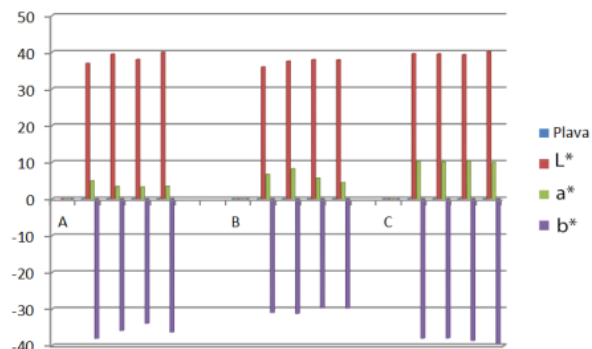
Slika 8.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za crvenu

Kada je u pitanju svetlina zelene boje, vidi se da najveću svetlinu ima C materijal posle prvog procesa trljanja, a najmanju B materijal pre procesa trljanja. Kod  $a^*$  komponente vidi se da su sve vrednosti u minusu što potvrđuje prisustvo zelenog tona. Najveću  $-a^*$  vrednost ima C materijal posle trećeg procesa trljanja a najmanju B materijal posle prvog trljanja. Sve  $b^*$  vrednosti su u plusu, što znači da tu imamo prisutan žuti ton. Najveću vrednost  $b^*$  ima C materijal posle prvog procesa trljanja, a najmanju B materijal posle trećeg trljanja.



Slika 9.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za zelenu

Kod plave boje, najveću vrednost  $L^*$  ima C materijal posle trećeg procesa trljanja, a najmanju B materijal pre samog procesa trljanja. Sve vrednosti  $a^*$  komponente su u plusu, što ukazuje na prisustvo crvenog tona u ovoj procesnoj boji. Najveću  $a^*$  vrednost ima C materijal posle drugog trljanja, dok najmanju ima A materijal posle drugog procesa trljanja. Sve vrednosti  $b^*$  komponente su u minusu, što nam potvrđuje prisustvo plavog tona. Najveću vrednost  $-b^*$  ima C materijal posle trećeg procesa trljanja, a najmanju ima B materijal posle drugog procesa trljanja.



Slika 10.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za plavu

### 3.3. Razlika boja

U tabelama koje slede predstavljene su razlike u boji između svakog uzorka. Svaka tabela obuhvatiće jednu boju i međusobne razlike u boji svih uzoraka.

Pre samog procesa trljanja kod CMYK boja, na slici 11. najmanja razlika je iznosila 1,1614 što po definiciji znači da je razlika vidljiva, ali je mala. Cijan i magenta su pre i posle prvog trljanja imali najveće razlike, preko 9, što znači da je razlika u boji dobro vidljiva. Što se tiče RGB boja primećuje se da je razlika nešto manje u odnosu na procesne boje, ali je opet vidljiva. Najveću i dobro vidljivu razliku u boji imala je crvena boja pre i posle prvog trljanja i ona je iznosila 7,6184 dok je najmanju razliku imala zelena boja i to između drugog i trećeg procesa trljanja i iznosila je oko 2,3116 što znači da je razlika vidljiva, ali ne i preterano velika.

C	$\Delta E_{0-1} = 9,5142$	M	$\Delta E_{0-1} = 9,3674$		
	$\Delta E_{1-2} = 5,5186$		$\Delta E_{1-2} = 4,9512$		
	$\Delta E_{2-3} = 3,4323$		$\Delta E_{2-3} = 3,9512$		
Y	$\Delta E_{0-1} = 5,2261$	K	$\Delta E_{0-1} = 5,741$		
	$\Delta E_{1-2} = 5,0339$		$\Delta E_{1-2} = 2,0083$		
	$\Delta E_{2-3} = 1,9381$		$\Delta E_{2-3} = 1,1614$		
R	$\Delta E_{0-1} = 7,6184$	G	$\Delta E_{0-1} = 3,6592$	B	$\Delta E_{0-1} = 3,6301$
	$\Delta E_{1-2} = 6,5166$		$\Delta E_{1-2} = 3,4799$		$\Delta E_{1-2} = 2,43$
	$\Delta E_{2-3} = 4,2774$		$\Delta E_{2-3} = 2,3116$		$\Delta E_{2-3} = 3,1043$

Slika 11. Razlika u boji pre i posle trljanja za materijal A

Kod materijala B na slici 12. kada su u pitanju procesne CMYK boje, najmanja razlika u boji izmerena je kod crne boje između drugog i trećeg procesa trljanja i iznosila je 0,7745, što znači da razlika i nije toliko vidljiva tj. zanemariva je. Najveća razlika je prisutna kod cijana odmah nakon prvog trljanja i ona je iznosila 10,7797, što znači da je razlika u boji dobro vidljiva.

Što se tiče RGB boja, može se primetiti najveću i najmanju razliku boja. Najveća je iznosila 5,6645 i to odmah nakon prvog procesa trljanja, a najmanja između drugog i trećeg trljanja.

C	$\Delta E_{0-1} = 9,5142$	M	$\Delta E_{0-1} = 9,3674$		
	$\Delta E_{1-2} = 5,5186$		$\Delta E_{1-2} = 4,9512$		
	$\Delta E_{2-3} = 3,4323$		$\Delta E_{2-3} = 3,9512$		
Y	$\Delta E_{0-1} = 5,2261$	K	$\Delta E_{0-1} = 5,741$		
	$\Delta E_{1-2} = 5,0339$		$\Delta E_{1-2} = 2,0083$		
	$\Delta E_{2-3} = 1,9381$		$\Delta E_{2-3} = 1,1614$		
R	$\Delta E_{0-1} = 7,6184$	G	$\Delta E_{0-1} = 3,6592$	B	$\Delta E_{0-1} = 3,6301$
	$\Delta E_{1-2} = 6,5166$		$\Delta E_{1-2} = 3,4799$		$\Delta E_{1-2} = 2,43$
	$\Delta E_{2-3} = 4,2774$		$\Delta E_{2-3} = 2,3116$		$\Delta E_{2-3} = 3,1043$

Slika 12. Razlika u boji pre i posle trljanja za materijal B

Kod materijala C, na slici 13. kod procesnih boja, najmanja razlika i dalje ostaje kod crne boje između drugog i trećeg procesa trljanja i iznosila je 0,6738, što znači da je razlika zanemariva. Najveća razlika kod ovog materijala zabeležena je kod žute boje i to odmah nakon prvog procesa trljanja i iznosila je 3,1441 i tu vidimo da je razlika očigledna.

C	$\Delta E_{0-1} = 9,5142$	M	$\Delta E_{0-1} = 9,3674$		
	$\Delta E_{1-2} = 5,5186$		$\Delta E_{1-2} = 4,9512$		
	$\Delta E_{2-3} = 3,4323$		$\Delta E_{2-3} = 3,9512$		
Y	$\Delta E_{0-1} = 5,2261$	K	$\Delta E_{0-1} = 5,741$		
	$\Delta E_{1-2} = 5,0339$		$\Delta E_{1-2} = 2,0083$		
	$\Delta E_{2-3} = 1,9381$		$\Delta E_{2-3} = 1,1614$		
R	$\Delta E_{0-1} = 7,6184$	G	$\Delta E_{0-1} = 3,6592$	B	$\Delta E_{0-1} = 3,6301$
	$\Delta E_{1-2} = 6,5166$		$\Delta E_{1-2} = 3,4799$		$\Delta E_{1-2} = 2,43$
	$\Delta E_{2-3} = 4,2774$		$\Delta E_{2-3} = 2,3116$		$\Delta E_{2-3} = 3,1043$

Slika 13. Razlika u boji pre i posle trljanja za materijal C

### 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu svih ovih rezultata, zaključuje se da Ink-Jet štampa, pored samih boja, ipak ima određene propuste prilikom štampanja na metalu. Ovi rezultati predstavljaju dokaz kako spoljašnji faktori poput trljanja mogu itekako uticati na kvalitet štampe.

Metalna podloga zbog svojih karakteristika kao što su neupojnost i hrapavost predstavlja izazov proizvođačima štamparskih mašina i boja za šampu, koji konstantno pokušavaju doći do što kvalitetnijih i verodostojnijih rešenja.

### 5. LITERATURA

- [1] Novaković D., Kašiković N. (2013), Digitalna štampa, FTN izdavaštvo, Novi Sad.
- [2] Durst Phototechnik (2010) Rho 750 HS Corrugated Display Printer [Online] Dostupno na: <https://www.minilab.ca/dat/files/291.pdf>
- [3] Testex (2010) TF411 Electronic Crock Meter [Online], Dostupno na: [https://fabrictester.en.ec21.com/TF411\\_Electronic\\_Crock\\_Meter--4990180\\_4990353.html](https://fabrictester.en.ec21.com/TF411_Electronic_Crock_Meter--4990180_4990353.html)

#### Adresa autora za kontakt:

MsC Ivana Stupar, [stupar93@gmail.com](mailto:stupar93@gmail.com)  
 Phd Nemanja Kašiković, [knemanja@uns.ac.rs](mailto:knemanja@uns.ac.rs)  
 PhD Rastko Milošević, [rastko.m@uns.ac.rs](mailto:rastko.m@uns.ac.rs)