

**POSTOJANOST TEKSTILNIH OTISAKA U PROCESU EKSPLOATACIJE  
PERSISTANCE OF TEXTILE PRINTS IN THE PROCESS OF EXPLOITATION**Ivan Nađalin, Nemanja Kašiković, Ana Lilić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – Grafičko inženjerstvo i dizajn**

**Kratak sadržaj** – Cilj ovog rada je ispitati postojanost i promenu otisaka štampanih tehnikama sito i digitalne štampe na tekstilu pod uticajem dejstava trljanja, peglanja i pranja u odnosu na početno stanje. Kao promenljivi parametri uzeti su tehnika štampe, boja i vrsta tekstila. Promena razlike u boji meri se nakon svakog ciklusa izlaganja trljanju, pranju i peglanju.

**Ključne reči:** *sito štampa, digitalna štampa, tekstil*

**Abstract** – The aim of this paper is to examine the stability and change of prints printed by screen and digital printing techniques on textiles under the influence of rubbing, ironing and washing in relation to the initial state. The printing technique, color and type of textile were taken as variable parameters. The change in color difference was measured after each cycle of exposure to rubbing, washing and ironing.

**Keywords:** *screen printing, digital printing, textiles***1. UVOD**

Sito štampa, tehnika koja se najmanje promenila od svog nastanka, pruža najveći otpor digitalizaciji. Dokaz tome je što se ovom tehnikom može štampati na velikom broju materijala i dobiti dobar kvalitet otiska. Sa druge strane, digitalna štampa predstavlja savremenu tehniku štampe. Digitalne tehnike štampe su donele mogućnost personalizacije samog proizvoda što znači da su proizvodnja i pružanje usluge prilagođene specifičnom pojedinačnom potrošaču po istoj ili približnoj ceni masovno proizvedenog proizvoda.

**2. EKSPERIMENTALNI DEO**

Za štampu pamučnih, tehnikom sito štampe se koristi sito linijature 77 niti/cm. Uzorci štampani tehnikom digitalne štampe štampaju se na Polyprint TexJet Plus Advanced mašini sa 50% nanosa boje. Svaki uzorak sadrži tri polja veličine 10 x 4 cm.

Za potrebe eksperimenta korišćena su 3 različita materijala. Prvi materijal je vrlo fino belo platno. Sirovinski sastav ovog materijala je 100% pamuk. Drugi materijal je tkanina čiji je sirovinski sastav 75% poliester, 18% viskoza i 7% elastin. Sirovinski sastav trećeg materijala je 100% poliester.

Boje za sito štampu su Sericol plastizol boje. Primenjuju se za direktnu sito štampu i predviđene su za štampanje na

prirodnim i veštačkim materijalima i omogućavaju maksimalnu pokrivenost. Karakteristike ovih boja su: odlična pokrivenost, ne sadrže olovo, odlično štampanje mokro na mokro, nema nagomilavanja boje na donjoj strani sita tokom štampe kao i visoka otpornost na pranje. Pogodne su za štampu na uobičajenim prirodnim ili veštačkim materijalima, kao na primer pamuk, mešavine pamuka i poliester [3].

Polyprint TexJet Plus Advanced koristi visoko kvalitetne boje za tekstil Dupont Artistri. CMYK boje su na vodenoj bazi i daju optimalne performanse sa TexJet direktnim ink jet štampačem. Moguće je dobiti širok spektar boja koje su otporne na pranje. Polyprint poseduje OEKO-Tex® Class-I sertifikat što znači da su boje bezbedne za upotrebu i životnu sredinu [4].

Trljanje je započeto na uzorku štampanom tehnikom digitalne štampe na pamučnom materijalu. Radi se tri serije po 200 trljanja. Na svim ostalim uzorcima radi se četiri serije po 50 trljanja i 2 serije po 200 trljanja kako bi bio izjednačen broj trljanja sa uzorkom štampanim tehnikom digitalne štampe na pamučnom materijalu. Odabrane su serije sa različitim brojem trljanja jer je prilikom probnog trljanja vizuelnim opažanjem utvrđeno da trljanje u većoj meri utiče na polja crne boje štampana tehnikom sito štampe na svim tipovima testiranih materijala kao i tehnikom digitalne štampe na druga dva materijala.

Peglanje se vrši u tri serije po 30 sekundi tako što se preko uzoraka stavi tanko platno, kako ne bi došlo do velikog oštećenja uzoraka i tekstila, a zatim pegla. Pegla se podešava na maksimalnu temperaturu (oko 250 °C).

Pranje uzoraka se vrši u u mašini za pranje veša. Uzorci se peru tri puta po jedan sat na temperaturi od 40 °C.

Promene na svakom testiranom uzorku se prate spektrofotometrijskim merenjima pomoću uređaja Spectro Dens. Spectro Dens meri CIE Lab vrednosti na osnovu kojih se računaju razlike u boji  $\Delta E$  i vrednosti optičke gustine. Nakon izlaganja toplotnom i dejstvu vlage mereni su i parametri beline i žutoće na tekstilnim materijalima. Nakon svake serije trljanja, peglanja i pranja uzorci se skenerom prebacuju u digitalni format.

Cie Lab prostor boja koristi tri vrednosti da bi opisao boju. L (svetlina) je nivo svetline boje dok a i b vrednosti predstavljaju hromatičnost boje, odnosno obojenost iz sledećih odnosa: zeleno u odnosu na crveno (a) i plavo u odnosu na žuto (b). Ove vrednosti se izračunavaju iz XYZ numeričkih podataka. CIE Lab obezbeđuje sistem definisanja boje pomoću postojećih standarda za kolorimetriju, umesto vezivanja za određene uređaje [1].

Razlika između dve boje je korisna u određivanju korektnosti reprodukcije boja i definisanje granica tolerancije za reprodukciju boja. Kao oznaka za razliku

**NAPOMENA:**

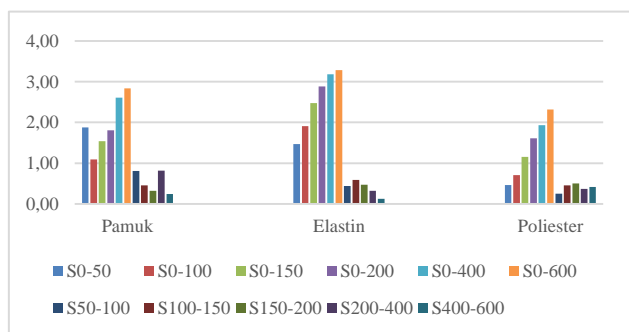
**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, vanr. prof.**

boja koristi se Delta E ( $\Delta E$ ) i izražava se kao srednja vrednost razlika između L, a i b vrednosti standarda koji se želi postići i vrednosti izmerene na određenom odštampanom mernom polju [1].

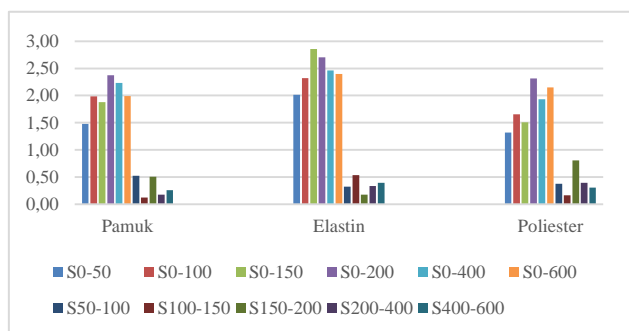
Belina je mera reflektovanog svetla sa površine podloge, a žutoća je odstupanje boje podloge od idealno bele boje [2]. Indeks beline obično pokazuje vrednosti između 90 i 120 za bele površine. Što je veća vrednost, to je uzorak belji (svetliji). Indeks žutoće se tumači na sledeći način, ako je pozitivna vrednost, podloga ima udela žute, a ukoliko je negativan ima udela plave.

### 3. REZULTATI MERENJA

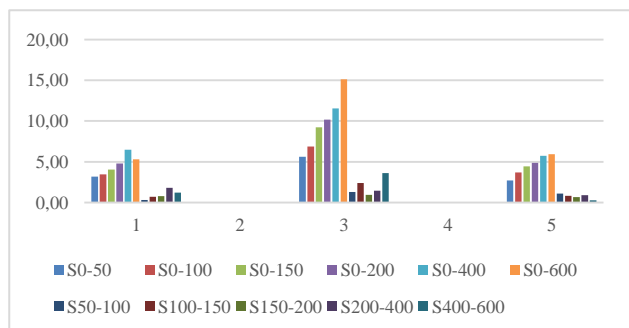
Na slikama 1, 2 i 3 je dat prikaz izračunatih vrednosti razlike u crvenoj, zelenoj i crnoj boji respektivno, pre i nakon trljanja. Otisak je dobijen tehnikom sito štampe.



Slika 1. Grafički prikaz razlike u boji uzoraka štampanih crvenom bojom podvrgnutih trljanju - sito štampa



Slika 2. Grafički prikaz razlike u boji uzoraka štampanih zelenom bojom podvrgnutih trljanju - sito štampa

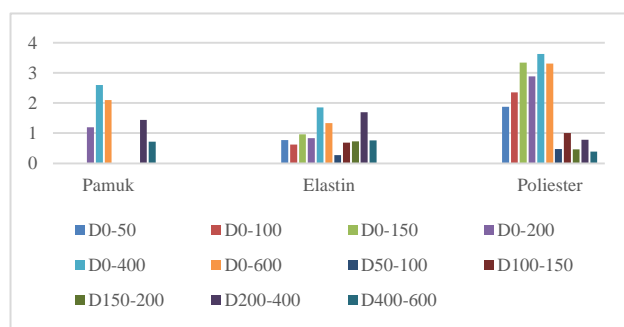


Slika 3. Grafički prikaz razlike u boji uzoraka štampanih crnom bojom podvrgnutih trljanju - sito štampa

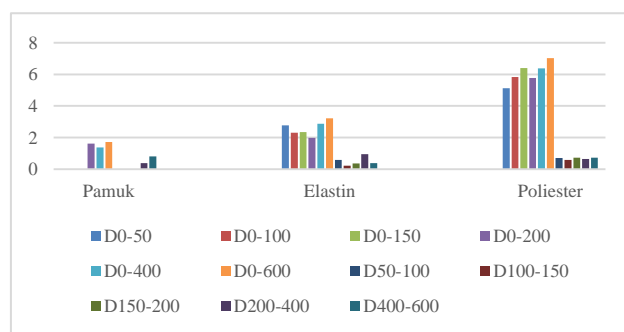
Vrednosti razlike u boji svih uzoraka dobijenih tehnikom sito štampe rastu u odnosu na vrednosti nakon početnog trljanja usled promene svetline kao i a i b koordinata. Najveće razlike primećene su kod uzoraka štampanih na elastinu. U

toku trljanja dolazi do rastezanja i skupljanja materijala, a kako je boja pretežno površinski vezana za podlogu, lako se skida. Najmanje promene su uočene na poliesteru jer ima čvršća vlakna pa dolazi do rastezanja materijala. Najveće vrednosti razlike u boji primećene su između 150 i 200 trljanja kod zelenog uzorka na poliesteru kao i kod crnog uzorka na elastinu između 400 i 600 trljanja. Kod zelenih i crvenih uzoraka primetna je srednja razlika u boji koju može uočiti neuvežbano oko dok je kod crnih uzoraka razlika masivna. Analizom slika 1, 2 i 3 se zaključuje da su pamuk i poliester pogodnije podloge za tehniku digitalne štampe jer prilikom trljanja dolazi do manjeg rastezanja i sakupljanja materijala u odnosu na elastin a samim tim i do manjeg skidanja boje.

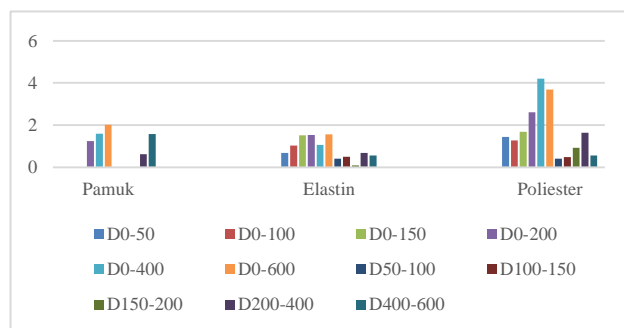
Na slikama 4, 5 i 6 je dat prikaz izračunatih vrednosti razlike u crvenoj, zelenoj i crnoj boji respektivno, pre i nakon trljanja. Otisak je dobijen tehnikom digitalne štampe.



Slika 4. Grafički prikaz razlike u boji uzoraka štampanih crvenom bojom podvrgnutih trljanju - digitalna štampa



Slika 5. Grafički prikaz razlike u boji uzoraka štampanih zelenom bojom podvrgnutih trljanju - digitalna štampa



Slika 6. Grafički prikaz razlike u boji uzoraka štampanih crnom bojom podvrgnutih trljanju - digitalna štampa

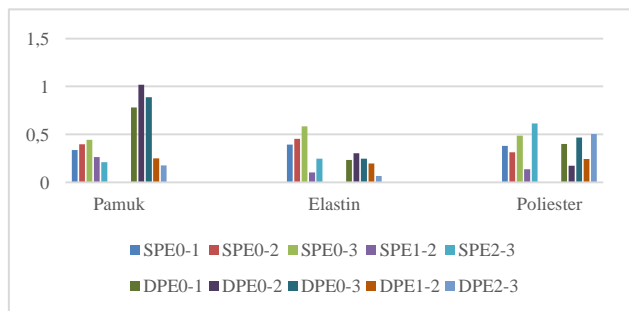
Vrednosti  $\Delta E$  kod svih uzoraka dobijenih tehnikom digitalne štampe rastu u odnosu na vrednosti pre početka trljanja. Najveće razlike primećene su kod uzoraka

štampanih na poliesteru dok su najmanje promene uočene na elastinu. Najveće vrednosti  $\Delta E$  između ciklusa trljanja primećene su između 200 i 400 trljanja kod crvenog uzorka na elastinu kao i kod crnog uzorka na elastinu između 400 i 600 trljanja jer dolazi do izraženijeg skidanja boje sa uzorka.

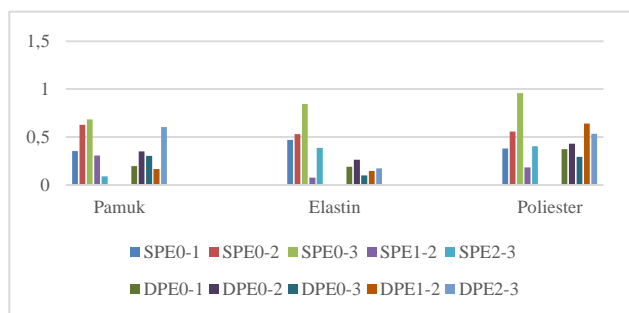
Kod uzorka štampanog crvenom bojom na pamuku dobijena je srednja razlika i može je primetiti ljudsko oko. Kod uzorka štampanog crvenom bojom na elastinu, zelenog uzorka na pamuku i elastinu i crnog uzorka na pamuku primetna je veoma mala razlika koju može primetiti samo iskusno oko.

Kod crnog uzorka na elastinu primetna je srednja razlika. Na uzorcima štampanim na poliesteru primetna je krupna razlika na crvenom i zelenom otisku a masivna razlika na crnom otisku. Analizom slika 5,6 i 7 primećuje se da su pamuk i elastin pogodnije podloge za tehniku digitalne štampe jer imaju veću moć upijanja boje, a otisci su postojaniji u odnosu na otiske na poliesteru i nakon 600 trljanja.

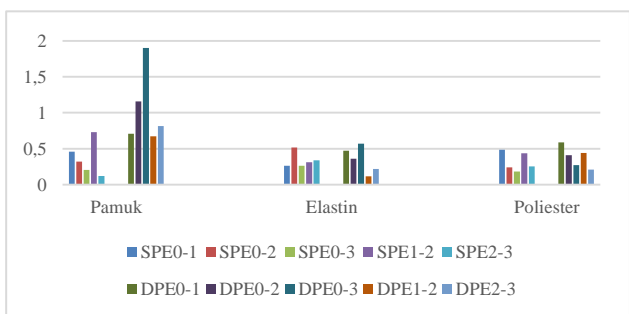
Na slikama 7, 8 i 9 je dat prikaz izračunatih vrednosti razlike u crvenoj, zelenoj i crnoj boji respektivno, pre i nakon peglanja uzoraka dobijenih pomoću obe tehnike štampe.



Slika 7. Grafički prikaz razlike u boji svih uzoraka štampanih crvenom bojom podvrgnutih peglanju



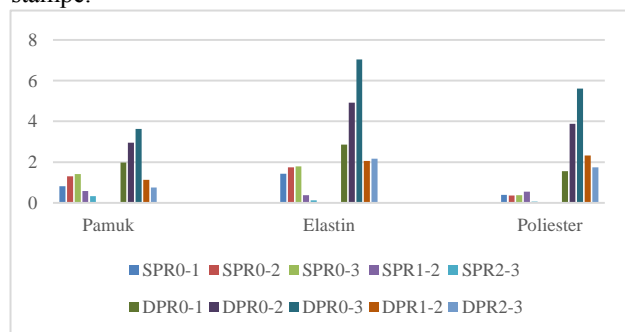
Slika 8. Grafički prikaz razlike u boji svih uzoraka štampanih zelenom bojom podvrgnutih peglanju



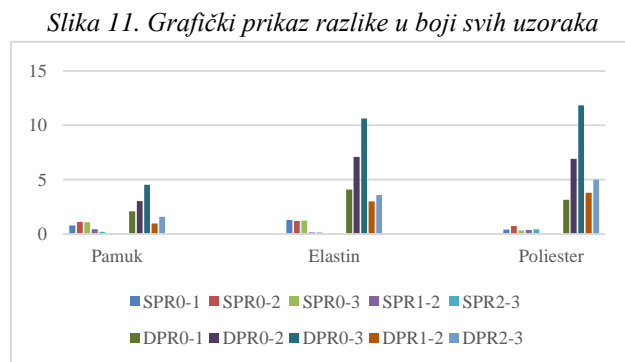
Slika 9. Grafički prikaz razlike u boji svih uzoraka štampanih crnom bojom podvrgnutih peglanju

Najveće razlike u boji primećene su kod crvenog i crnog otiska dobijenih tehnikom digitalne štampe na pamuku kod kojih su primetne veoma male razlike koje može primetiti iskusno oko dok kod ostalih uzoraka nije moguće primetiti razliku. Najveće vrednosti razlike u boji između ciklusa peglanja primećene su između drugog i trećeg peglanja na crnom uzorku dobijenom tehnikom digitalne štampe na pamuku.

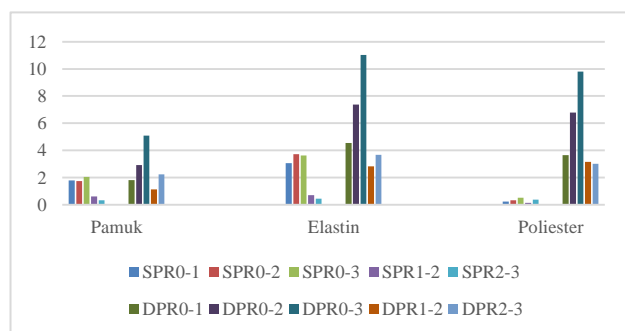
Na slikama 10, 11 i 12 je dat prikaz izračunatih vrednosti razlike u crvenoj, zelenoj i crnoj boji respektivno, pre i nakon pranja uzoraka dobijenih pomoću obe tehnike štampe.



Slika 10. Grafički prikaz razlike u boji svih uzoraka štampanih crvenom bojom podvrgnutih pranju



Slika 11. Grafički prikaz razlike u boji svih uzoraka štampanih zelenom bojom podvrgnutih pranju



Slika 12. Grafički prikaz razlike u boji svih uzoraka štampanih crnom bojom podvrgnutih pranju

Najveće promene razlike u boji primećene su na otiscima dobijenim tehnikom digitalne štampe. Značajno manje razlike u boji izračunate su na osnovu rezultata merenja uzoraka dobijenih tehnikom sito štampe. Krupna razlika primećena je kod svih uzoraka dobijenih tehnikom digitalne štampe na elastinu i poliesteru kao i kod crnog uzorka dobijenog tehnikom sito štampe na pamuku. Masivna razlika primetna je kod crvenih i zelenih uzoraka dobijenih tehnikom digitalne štampe. Kod uzoraka

dobijenih tehnikom sito štampe, krupnu razliku pretrpeo je uzorak crne boje na elastinu, a ostali uzorci imaju veoma male razlike u boji. Najveće vrednosti razlike u boji između ciklusa trljanja primećene su između drugog i trećeg pranja kod zelenog uzorka dobijenog tehnikom digitalne štampe na poliesteru. Analiziranjem slika 10, 11 i 12 jasno se vidi da su najmanje razlike u boji pretrpeli otisci dobijeni tehnikom sito štampe na poliesteru. Može se zaključiti da je u toku pranja najmanje plastizol boje isprano sa poliesterskog materijala što znači da je dobro prijanjanje boje na podlogu. Kod uzoraka digitalne štampe najmanje promene su pretrpeli uzorci štampani na pamuku koji ima veće sposobnosti upijanja boje od druga dva materijala.

#### 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata moguće je zaključiti da se delovanjem trljanja na površinu menja kvalitet uzorka. Sa povećanjem broja serija trljanja, rastu i promene na uzorcima, tako da kod nekih dolazi i do potpunog skidanja otiska sa materijala. Najveće razlike primećene su uglavnom između referentnog merenja i nakon poslednjeg trljanja, a kod određenih uzoraka primećena su odstupanja između međusobnih merenja nakon izlaganja materijala trljanju. Tehnika sito štampe daje otiske veće optičke gustine i može se postići efekat reljefa, ali se uzorci u velikoj meri skidaju sa podloge jer plastizol boje nemaju veliku moć penetracije, odnosno vezane su na samu strukturu i ne prodiru dublje u strukturu materijala. Digitalnom štampom na pamuku i elastinu dobijaju se uzorci otporniji na uticaj trljanja jer se boja veže za samu strukturu tkanine, dok poliester nema veliku upojnu moć. Dobijeni su uzorci manje optičke gustine.

Na osnovu rezultata merenja pre i nakon peglanja, utvrđeno je da peglanje (toplota) u velikoj meri ne utiču na osobine boje i tekstila. Na uzorcima, dobijenim tehnikom sito štampe, nakon peglanja primećena je povećana lepljivost same površine boje. Merenjem je utvrđeno da je toplota uticala na povećanje svetline, neznatno smanjenje beline i smanjenje udela plave kod pamučnog materijala. Najmanje promene nakon uticaja toplote je pretrpeo materijal sa dodatkom elastina.

Pranje u velikoj meri utiče na uzorke dobijene tehnikom digitalne štampe (boje su na vodenoj bazi) jer se boja ispira sa tkanine. Najpostojaniji otisci dobijeni tehnikom digitalne štampe su otisci štampani na pamuku koji ima najveću upojnu moć.

Uzorci dobijeni tehnikom sito štampe su otporniji na vlagu (boja nije na vodenoj bazi već na bazi plastike, a i ispravno sušenje boje takođe povećava otpornost na vlagu).

Najbolji rezultati su dobijeni štampom na poliesteru.

Pranje je najviše uticalo na promenu razlike u boji pamuka jer pamučna struktura ima veću sposobnost upijanja dok je najmanje promene pretrpeo poliester koji je nakon pranja delovao gotovo potpuno suv.

#### 5. LITERATURA

- [1] Novaković, D., Pavlović, Ž., Karlović, I., Pešterac, Č. (2009) Reprodukciona tehnika/priručnik za vežbe. Drugo dopunjeno i izmenjeno izdanje. Novi sad, Fakultet tehničkih nauka
- [2] Krstić, M., (2019) Belina i Zutoca [Online] Available from: <https://www.scribd.com/document/389416074/Belina-i-Zutoca>, [Accessed 05.10.2019].
- [3] Nsgrafoprom, 2013 NSgrafoprom (2013) Sericol - tekstilne boje. [Online], Available from: [http://www.nsgrafoprom.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=237:sericol-tekstilne-boje&catid=41:boje](http://www.nsgrafoprom.com/index.php?option=com_content&view=article&id=237:sericol-tekstilne-boje&catid=41:boje), [Accessed 24.10.2019].
- [4] Polyprint (2019) High quality textile inks powered by Dupont ARTISTRI® [Online] Available from: <http://www.polyprintdtg.com/products/inks/>, [Accessed 05.10.2019].

#### Podaci za kontakt:

**Ivan Nadalin**

E-mail: [ivannadjalin@gmail.com](mailto:ivannadjalin@gmail.com)

**dr Nemanja Kašiković**

E-mail: [knemanja@uns.ac.rs](mailto:knemanja@uns.ac.rs)

**Ana Lilić**

E-mail: [lilic.ana@uns.ac.rs](mailto:lilic.ana@uns.ac.rs)