

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET**

**SRĐAN GRUBAČ**

**POSTOJANOST PAMUČNIH  
OTISAKA NASTALIH DIREKTNIM I  
INDIREKTNIM OTISKIVANJEM  
TEHNIKOM UV INK JETA**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2012. godina



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

**SRĐAN GRUBAČ**

**POSTOJANOST PAMUČNIH  
OTISAKA NASTALIH DIREKTNIM I  
INDIREKTNIM OTISKIVANJEM  
TEHNIKOM UV INK JETA**

**DIPLOMSKI RAD**

Mentor:

prof. dr. sc., Stanislav Bolanča

Student:

Srđan Grubač

Zagreb, 2012

## **SAŽETAK**

Ink Jet tehnologija otiskivanja postala je dostupna, kako nižom cijenom tako i kvalitetom, te se sve više upotrebljava za otiskivanje na različitim materijalima pa tako i na tekstilnim materijalima. Cilj ovog rada je pobliže analizirati postojanost otisaka na pamučnom tekstilnom materijalu nastalih sa Ink Jet UV sušećim bojilima. Za proizvodnju otisaka primjeniti će se piezo Ink Jet Roland LEC 300 koji koristi UV sušeće bojilo (UV LED tehnologijom). Otisci koji će se analizirati nastati će tako dvijema metodama: indirektnim otiskivanjem na transferne medije koji će se termalnim transferom prenjeti na tkaninu te direktnim otiskivanjem na pamučnu tkaninu. Postojanost otisaka s pripadajućim spektrofotometrijskim mjerenjima izvršit će se na Tekstilno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu (u skladu s standardom metodama lužnatog pranja). Dodatno ispitivanje biti će izvršeno sa UV sušećim lakom, gdje će se analizirati njegov utjecaj na kolornu reprodukciju, zajedno s mogućim povećanjem mehaničke i kemijske otpornosti na detergente.

**Ključne riječi:** postojanost obojenja pamučnih otisaka nakon pranja, Ink Jet UV sušeće bojilo, direktno otiskivanje, indirektno otiskivanje, termalni transfer tisak.

## **ABSTRACT**

Ink Jet printing technology has become more available, due to its low price as well as its high quality prints, and it is increasingly being used for applications on different materials, even on textile materials. The aim of this work is to closely analyze print consistency on cotton textile material as result of using Ink Jet UV curing inks. Device used for printing process will be piezo Ink Jet Roland LEC 300 with UV curing inks (UV LED technology). Prints will be analyzed as results of two methods: indirect printing on transfer media that will be afterwards impressed on textile cloth using thermal transfer method and direct printing on cotton textile material. Consistency of prints with associated spectrophotometric

measurements will be done at Faculty of Textile Technology in Zagreb (according to standard method of alkaline washing). In addition, UV curing lacquer will be analyzed for its influence on color reproduction together with possible increase of mechanical and chemical resistance to detergents.

**Key words: constancy of cotton prints after washing, Ink Jet UV curing color, direct printing, indirect printing, thermal transfer printing.**

## **SADRŽAJ:**

<b>1. UVOD</b>	<b>4</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO</b>	<b>5</b>
2.1. Kontinuirani Ink Jet (CIJ)	5
2.2. Diskontinuirani Ink Jet (DoD)	7
2.2.1. Piezo tehnologija Ink Jet ispisa	8
2.2.1.1. Tehnologija UV Ink Jet ispisa	9
2.2.1.2. UV lak	14
2.2.2. Termalna tehnologija Ink Jet ispisa	15
2.2.3. Elektrostatska tehnologija Ink Jet ispisa	16
2.2.3.1. Elektrostatski Ink Jet po Taylorovom efektu	17
2.2.3.2. Elektrostatski Ink Jet sa kontrolom prstenastog grijača	18
2.2.3.3. Elektrostatski mist Ink Jet	18
2.3. Materijali za tiskovne podloge	20
2.3.1. Pamučna tkanina	20
2.3.2. Folija za termalni transferni tisak	24
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b>	<b>26</b>
3.1. Plan eksperimenta	26
3.2. Korišteni strojevi i uređaji	29
3.2.1. Ink Jet Roland Versa UV LEC 300	29
3.2.2. X-rite DTP 20	29
3.2.3. Spektrofotometar Spectraflash SF 300	30
3.2.4. Digital Microscope Dinolite PRO LWD	31
<b>4. REZULTATI MJERENJA I DISKUSIJA</b>	<b>32</b>
<b>5. ZAKLJUČAK</b>	<b>66</b>
<b>6. LITERATURA</b>	<b>67</b>
<b>7. PRILOZI</b>	<b>68</b>

## 1. UVOD

Razvojem tiskarstva, od 15. stoljeća pa sve do današnjih dana, proizišle su glavne tehnike tiska čiji je cilj umnožiti i prenijeti informacije. Prvotno se tiskalo na papiru ali je zbog modnih i estetskih potreba tisak primjenu pronašao i kod tiska na tekstilne materijale, tisak *raporta*, multipliciranih uzoraka na tekstilnim materijalima. U odnosu na glavne tehnike tiska na papir, tehnike tisaka na tekstil su modificirane i prilagođene osjetljivim, ponekad i skupim tekstilnim materijalima. Metode tiska na tekstilne materijale su podijeljene na: tisak jetkanjem, tisak rezervama (rezervni tisak) i direktni tisak (tehnike tiska). Uobičajene tehnike tiska na tekstilne materijale se dijele na strojni tisak: duboki tisak (*rouleaux* – ruló tisak), visoki tisak (*perotine* tisak), sitotisak (filmski tisak), flexo tisak. Postoje i specijalne tehnike tiska na tekstil kao što su: pahuljasti tisak (*flock* tisak), transfer tisak, *vigoreaux* tisak, *pearl* tisak, *flammé* tisak.

Današnji trend u grafičkoj industriji je proizvodnja manjih individualiziranih naklada uz niske troškove proizvodnje ali visoku kvalitetu otiska. Ovaj trend je postao preskup i neisplativ s nekim konvencionalnim tehnikama tiska, stoga je uočen i iskorišten potencijal digitalnog Ink Jet tiska. Ink Jet tisak u tekstilnoj industriji podjednako prati svjetske trendove individualizirane proizvodnje pa se već i danas na tržištu mogu primjetiti mogućnosti za proizvodnjom pojedinačnih tekstilnih proizvoda poput: kapa, majica, postelnog rublja, zavjesa, itd. Primjena digitalnih Ink Jet pisača je mnogobrojna i ovisi isključivo o potrebama naručitelja i idejama grafičkih dizajnera.

Cilj ovog diplomskog rada je da se primjeni UV Ink Jet tehnika tiska na tekstilnim pamučnim materijalima kao mogućnost primjene na različitim tekstilnim predmetima, sagledati mogućnost primjene UV sušećeg bojila i UV sušećeg laka u komercijalne svrhe. Ispitati postojanost UV obojenja, postojanost UV sušećeg laka, njihovu mehaničku i kemijsku otpornost na simulaciju strojnog pranja odjeće.

## 2. TEORIJSKI DIO

Pisač ili tiskač (engl. *printer*) je izlazni uređaj na računalu čija je uloga ispis informacija na papir ali i na ostale tiskovne podloge. Današnje konvencionalne vrste pisača su: iglični (matrični, udarni), termalni, laserski i Ink Jet. Prvi Ink Jet pisač je izumljen 1976. godine ali sve do 1988. nije korišten za kućnu upotrebu prvenstveno zbog visoke cijene.

Karakteristika digitalnog tiska koji se vrši ispis Ink Jet pisačima je bezkontaktni nanos kapljica boje na podlogu (podaci se ispisuju preko Ink Jet glave koja uzima boju iz spremnika u pisaču i prenosi je na papir) i to na dva principa: kontinuiranim mlazom (*Continuous Ink Jet – CIJ*) ili diskontinuiranim mlazom (*Drop on Demand - DoD*).

CIJ pisači se dijele na: jednobitne kontinuirane Ink Jet i višebitne Ink Jet. Podjela pisača po principu DoD: termalni Ink Jet, piezo Ink Jet, elektrostatski Ink Jet (po Taylorovom efektu, kontrolom prstenastog grijača i mist Jet).

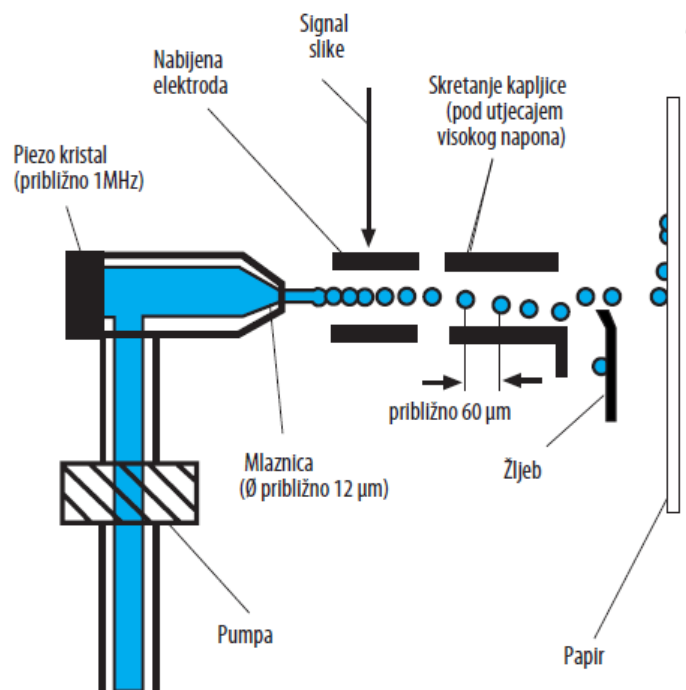
Razvojem principa Ink Jet pisača razvijale su se odgovarajuće boje za ispis na odgovarajućim tiskovnim podlogama, pa tako danas postoje boje na vodenoj bazi, pigmentne boje, solventne boje i UV sušeće boje, svaka sa svojim karakteristikama. Primjena im isključivo ovisi o tiskovnoj podlozi (da li je upojna, reaktivna, da li postoje površinske pojave) i njihovoj otpornosti na različite utjecaje (termička, mehanička, kemijska te otpornost na organska otapala) što je za industrijske porebe od velike važnosti.

### 2.1. Kontinuirani Ink Jet (CIJ)

CIJ je tehnologija ispisa na način da sitne kapljice brzосуšeće tinte pogađaju tiskovnu podlogu. Kod CIJ tehnologije boja neprekidno cirkulira kroz mlaznicu prema podlozi za otiskivanje a dio skreće u povratnu cijev i vraća se u uređaj, čime se spriječava sušenje i stvrdnjavanje boje na mlaznici. Princip je baziran na tehnologiji koja omogućuje stvaranje visokofrekventnog niza kapljica od 1 MHz. Rezultat visokofrekventne pobude piezo oscilatora je mlaz boje povezan sa efektima dinamike, te kasnija podjela mlaza na kapljice boje. Boja je pod

tlakom te se tlači kroz mlaznice, a dimenzije kapljice ovisi o promjeru mlaznice, kao i viskozitetu boje, površinske napetosti boje (volumen kapljica od 4 pl, promjer kapljica od 20  $\mu\text{m}$ ) dok intervali ispuštanja ovise o frekvenciji pobude (frekvencija kapanja je 1 MHz, brzina kapljica od 40 m/s). Kapljice boje elektronički se nabijaju pomoću elektrode u skladu sa signalom slike koju će uređaj ispisati. Nabijene kapljice pod utjecajem visokog napona pomoću deflektora mjenja smjer i ubacuju se pomoću žljeba u odvodni kanal te padaju na površinu tiskovne podloge [1].

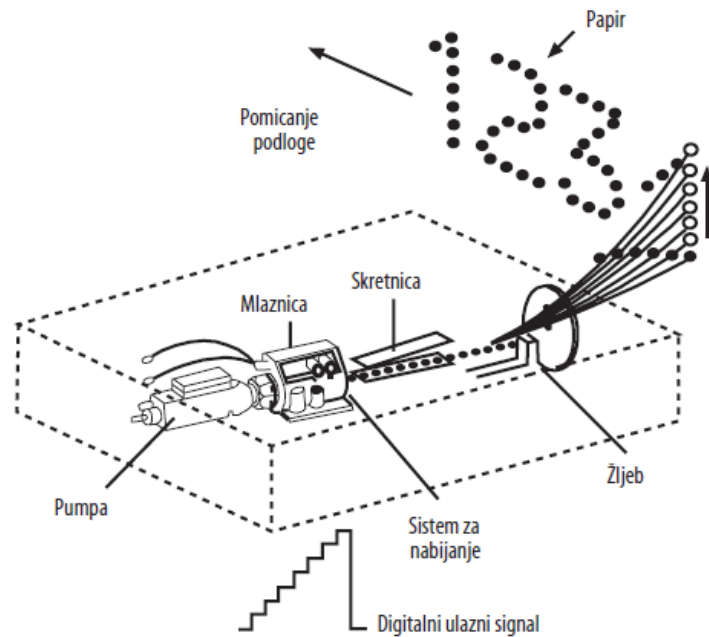
Prednosti ove tehnologije su nepostojanje kontakta između glave za ispis i proizvoda, što rezultira mogućnošću pisanja i po neravnim površinama. Opskrba potrošnim materijala ne uzrokuje zastoje u proizvodnji, a sama oprema je vrlo pouzdana i nema mehaničkih dijelova koji se vremenom troše. Brzine pisanja su vrlo velike, a mogu se pisati stalni ili promjenjivi podaci, kao što su serijski brojevi i stvarno vrijeme. Nedostatci ovakvog načina ispisa su relativno niska razlučivost (otprilike 70 dpi) i korištenje organskih otapala radi postizanja što kraćeg vremena sušenja.



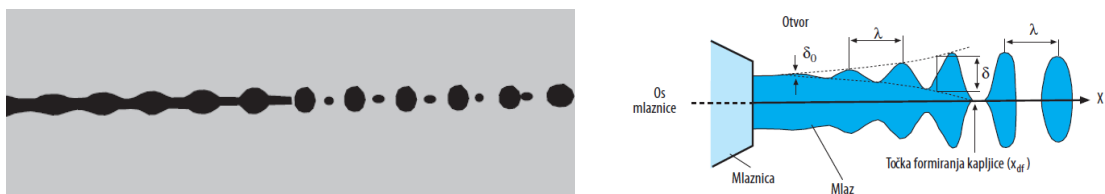
Slika 1. Kontinuirani jednobitni Ink Jet <sup>[1]</sup>



Osim jednobitnog CIJ principa, postoji i višebitni CIJ princip. Kod jednobitnog Ink Jet otiskivanja imamo nabijeno i nenabijeno stanje, a kod višebitnog Ink Jet otiskivanja kapljice se mogu nabijati različitom jačinom naboja. Mlaz boje kod ovog principa se može reproducirati u šesnaest različitih pozicija, sa čime se postiže otiskivanje linije u jednom prolazu debljine 10 mm.



Slika 2. Kontinuirani višebitni Ink Jet [1]



Slika 3. Način formiranja kapljice kod CIJ ispisa [1]

## 2.2. Diskontinuirani Ink Jet (DoD)

Trenutačno najrasprostranjeniji Ink Jet princip u odnosu na princip CIJ principa. Kod principa DoD, pisači u glavi za ispis imaju niz mlaznica koje paralelno izbacuju kapljice, u manjim količinama bojila, formirajući kapljice samo kada je potrebno te se kapljice boje nanose samo na određenom području tiskovne

podloge u točno određenom trenutku. Brzina ispisa pisača kapanja na zahtjev je manja u odnosu na ispis CIJ principa, ali ima veću rezoluciju ispisa (oko 1200 dpi). Radi postizanja bolje kvalitete ispisa princip DoD primjenjuje manje razmake između mlaznica i tiskovne podloge, koji je oko 1 mm, za razliku od principa kapanja na zahtjev koji ima veći razmak oko 1 cm. Kap bojila se formira piezo, termalnom ili elektrostatskom tehnologijom ispisa.

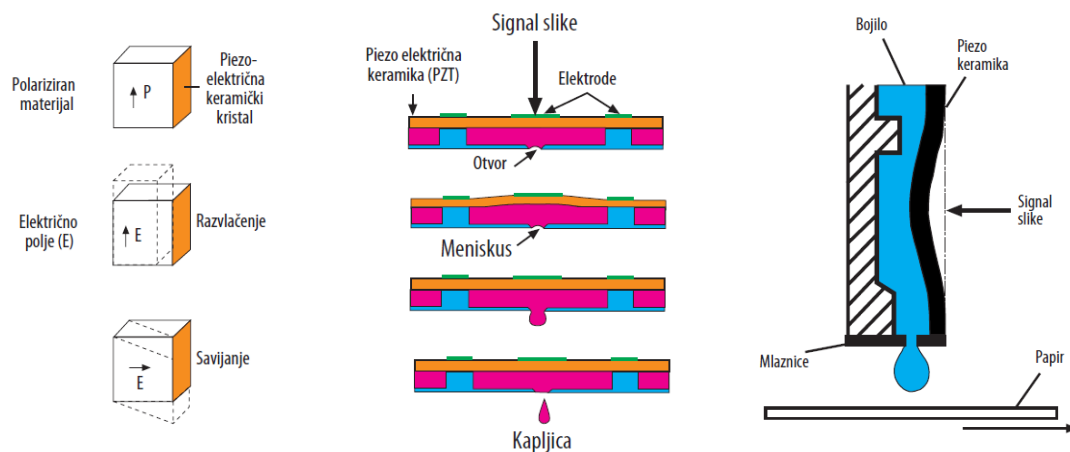
### 2.2.1. Piezo tehnologija Ink Jet ispisa

Većina Ink Jet pisača danas koriste ovu tehnologiju. Ova tehnologija se bazira na piezoelektričnom elementu koji je u samoj pisačkoj glavi na pisaču i pri promjeni polariteta elemenata, sitna kapljica tinte se ispisuje na papir. Ispisna glava ovakvog pisača je puno trajnija od termičke glave te se nadopunjava samo tinta, a u slučaju kvara sljedi skupa zamjena glave. Ova vrsta izrade pisača nameće određena ograničenja u procesu ispisa, jer kakvu god boju koristili, ona mora biti otporna na toplinu zbog toga što je proces fiksiranja zasnovan na zagrijavanju. Vrlo maleni elementi za zagrijavanje koriste se da bi se kapljice tinte izbacile kroz mlaznice glave pisača.

Piezo Ink Jet tehnologija formira kapljicu bojila mehaničkom deformacijom mlazne komore koju omogućavaju titrajući piezo kristali, polarizirani materijali koji mijenjaju oblik ili volumen unutar električnog polja. Električnim signalom iz računala mijenja se oblik piezo kristala, a s time i volumen komore s bojiлом unutar mlaznice. Povratkom piezo kristala u prvobitni oblik dolazi do povećanja tlaka te do izbacivanja bojila kroz mlaznicu. Dobivena kapljica jednaka je deformiranom volumenu [1].

Piezo taljiva bojila mijenjaju agregatno stanje iz krutog u tekuće pri temperaturi  $T=150^{\circ}$ , sa sličnim fizikalnim svojstvima koja imaju ostala bojila za DoD ispis, sa karakteristikama površinske napetosti 40 N/m i viskoziteta 40 cP. Osnovne komponente piezo bojila su pigment i vezivo, dok je vezivo građeno od polimera koji su zaduženi za regulaciju temperaturne viskoznosti. Polimeri u vezivu su na bazi masnih kiselina, prirodnih i sintetičkih smola, male molekularne mase koja je bitna u regulaciji temperature taljenja.

Naneseno bojilo na tiskovnu podlogu pritom se suši hlađenjem tekućeg bojila, skrućivanjem i prihvaćanjem za podlogu. Boje na bazi solventa (otapala) imaju mogućnost prihvaćanja i na neupojne tiskovne podloge jer se suše samo hlapljenjem a istu mogućnost prihvaćanja na neupojne podloge nude i brzосуšeća UV bojila koje polimeriziraju gotovo trenutačno pod utjecajem UV svjetla.



Slika 4. Način formiranja kapljice kod piezo DoD <sup>[1]</sup>

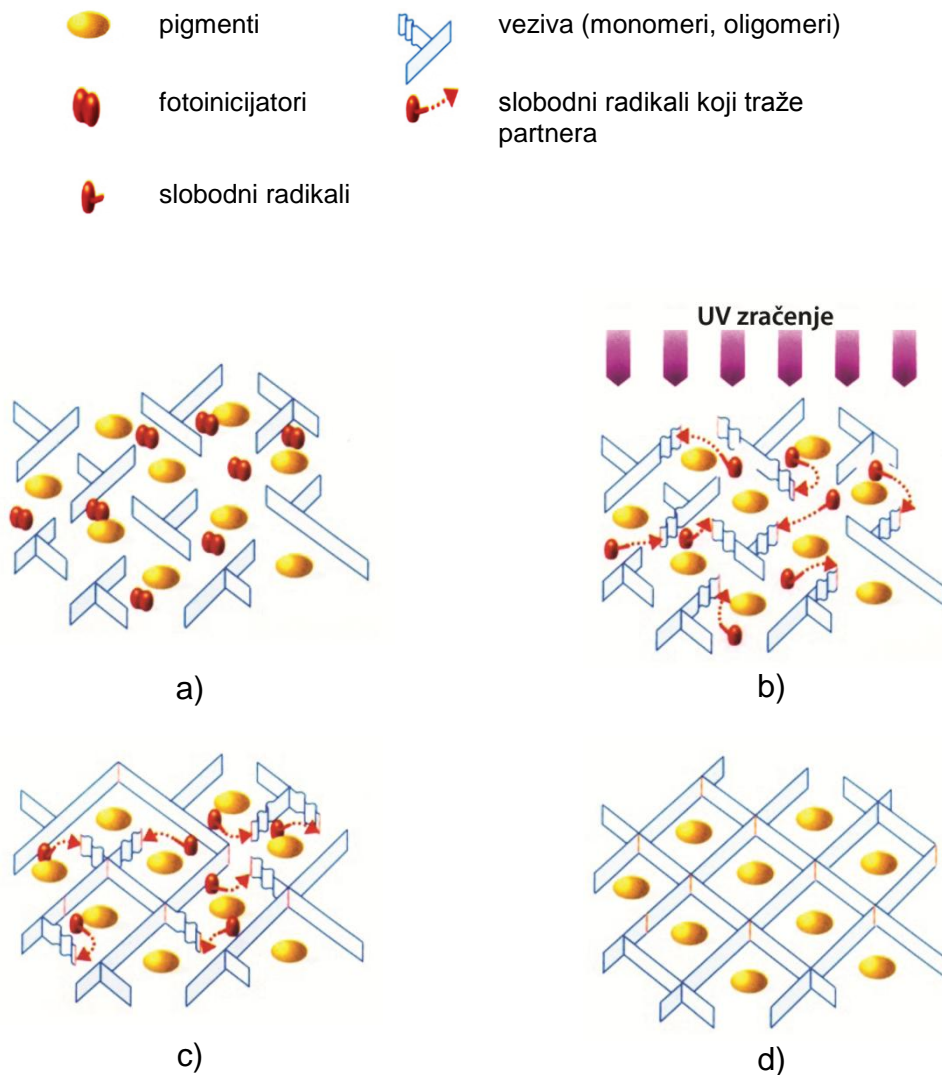
### 2.2.1.1. Tehnologija UV Ink Jet ispisa

Razvoj tehnologija Ink Jet ispisa je podigla uporabnu metodu ispisa na industrijsku razinu, jer razne industrijske grane su ograničene zakonskim odredbama (zaštita okoliša i ljudskog zdravlja) ali i svojim zahtjevima prema kvaliteti ispisa, otpornosti na daljnju obradu (termička, mehanička, kemijska, otpornosti na organska otapala), sigurnosti (protiv krivotvorenja), ali i prema širokom spektru materijala na kojima se može ostvariti direktan ispis (papir, pleksiglas, drvo, karton, valovita ljepenka, PES, PE, PVC, staklo, metal, tekstilna vlakna, koža, ploče od tvrde pjene, keramika, kamen, pluto, samoljepive folije itd.) te personalizaciji ispisa.

Piezoelektrična metoda UV Ink Jet ispisa koristi boje za formiranje kapljice (DoD) titrajućim piezo kristalima uz prisustvo električne energije. Ti kristali su 100% krute formulacije bez ikakvih otapala i drugih isparavajućih sredstava, a sastoje se od mješavine pigmenata (15-20%), prepolimera (10-25%), akrilčnih

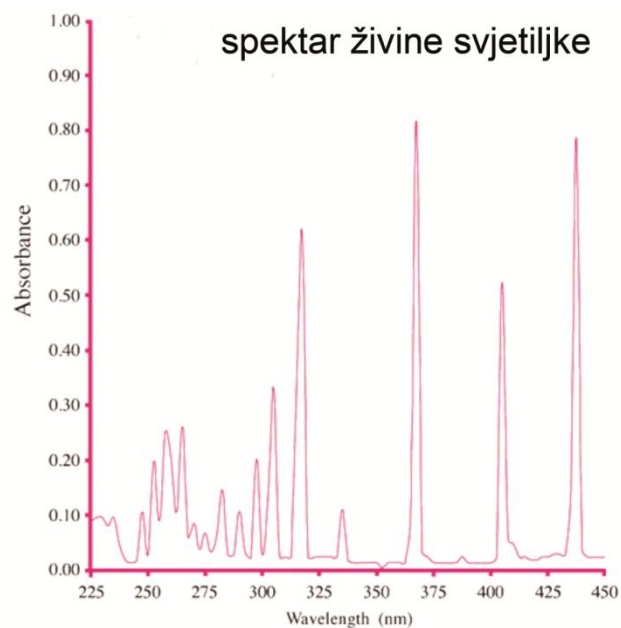
monomera i oligomera (5-10%), fotoinicijatora (benzofenon) i različitih aditiva (1-5%). Pigmenti koji se najčešće upotrebljavaju kod UV Ink Jet tehnike ispisa su tradicionalni organski: bakrov ftalocijanin (cijan), dimetilquinakridon (magenta), acetoacetanilin (žuta) i ugljik (crna) [3]

UV Ink Jet ispis se zasniva na polimerizaciji boje, nakon štrcanja kapljice boje iz mlaznice te osvijetljavanjem lampama valne duljine UV spektra svjetlosti (320-380 nm) započinje proces polimerizacije. U nanosu UV bojila (Slika 5. a), fotoinicijatori kao aktivni dio mješavine, nakon izlaganja UV svjetlošću (Slika 5. b) se aktiviraju i povezuju sa radikalima (Slika 5. c). Slobodni monomeri i oligomeri međusobno se povezuju u dugačke lance fiksirajući pigmente bojila između polimeriziranih lanaca, čime završava proces polimerizacije (Slika 5. d).

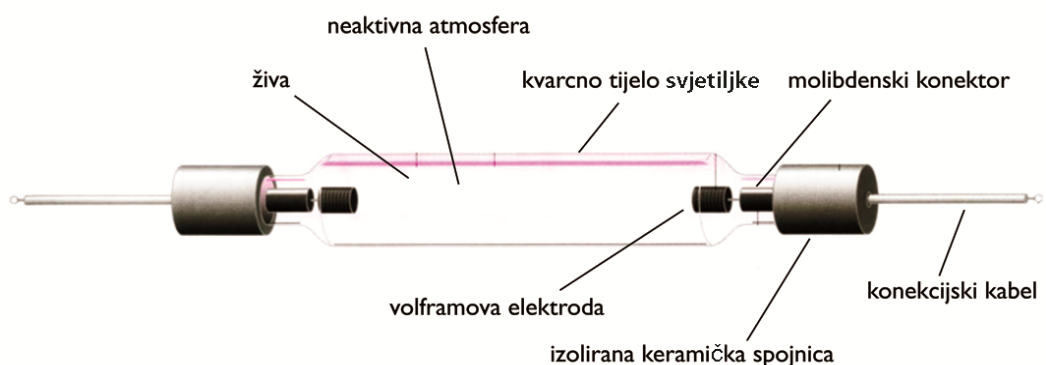


Slika 5. a), b), c), d) Proces polimerizacije UV bojila <sup>[2]</sup>

Izvori UV svjetla koje se najčešće koriste kod UV Ink Jet ispisa su UV živine lampe (Slika 7.) valnih duljina svjetlosti od 220 do 390 nm (Slika 6.) ili UV LED diode valnih duljina svjetlosti oko 380 nm (Slika 9.) a u nekim slučajevima se koriste i u kombinaciji, jer za otvrdnjavanje boje potrebna su zračenja valnih duljina UV-A (320 do 390 nm), UV-B (280 do 320 nm) i UV-C (< 280 nm) spektra svjetlosti. Najbolji rezultati površinskog otvrdnjavanja boje postižu se ekspozicijom visokoenergetskim kratkovalnom UV-C zračenju, dok su za penetraciju i otvrdnjavanje unutar boje pogodnija visokoenergetska dugovalna UV-A i UV-B zračenja.

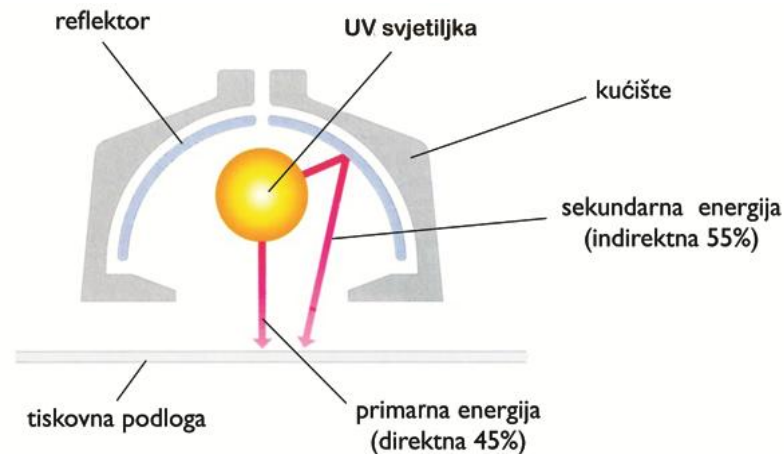


Slika 6. Valne duljine UV živine svjetiljke [2]



Slika 7. UV živina svjetiljka [2]

Žarišna duljina UV živine svjetiljke i reflektora sušača je 50 mm, tj. točka na kojoj se preklapaju zrake UV svjetlosti koje padaju na naneseu boju direktno iz UV svjetiljke (primarna energija od 45%) i zrake koje su reflektirane od dikroičkog reflektora (sekundarna energija od 55%) (Slika 8.).



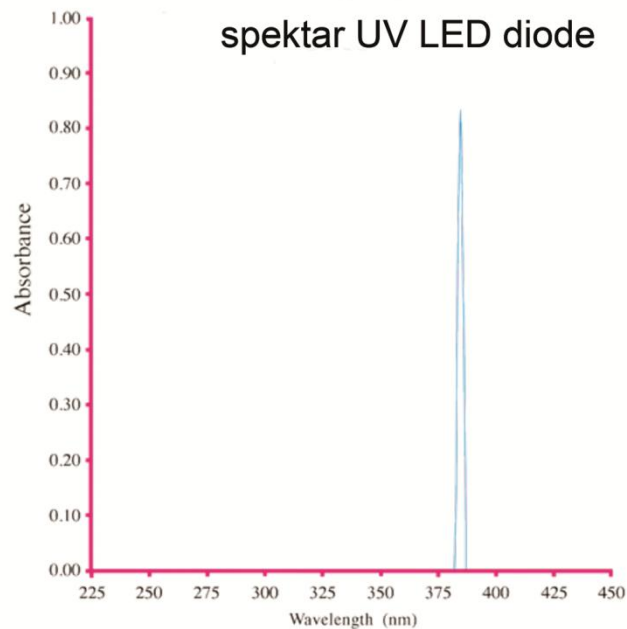
Slika 8. Poprečni presjek UV jedinice za osvjetljavanje <sup>[2]</sup>

Prilikom osvjetljavanja UV živinim svjetiljkama, u procesu ispisa, pojavljuju se dva problema: povećanje temperature reflektora jer UV živine svjetiljke isijavaju i dio IR dijela spektra, stvaraju višak topline koji negativno utječe na stabilnost tiskovne podloge (dimenzionalne promjene, promjene teksture, pojava valova, bježanje točkica i registratora), prisutnost kisika (kisik negativno utječe na kapljicu boje stvarajući površinski sloj koji teško polimerizira i ne dopušta penetraciju zrakama UV svjetlosti u dubinu kapljice te kapljica u potpunosti ne polimerizira).

Problem prisutnosti kisika rješava se na način da se vakumski odvodi zrak ili da se stvara inertna atmosfera dovođenjem inertnog plina, najčešće dušika čime se reducira preostali kisik u prosjeku od 0,5 do 2%.

Problem viška topline prilikom osvjetljavanja riješen je na više načina: zračnim hlađenjem reflektora, vodenim hlađenjem reflektora, vakumskim odvodom zagrijanog zraka, reflektorima sa hladnim ogledalima (dikroički reflektori koji rade na principu dvosmjernog ogledala; odlično reflektiraju UV svjetlo, adsorbiraju i odvede višak topline).

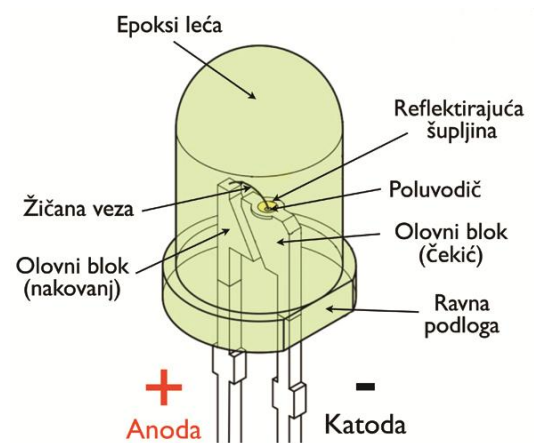
Kod UV LED dioda (Slika 10. a, b) spektr je valne duljine oko 380 nm, ne emitiraju IR dio spektra pa se ne pojavljuje problem zagrijavanja elemenata strojeva i tiskovne podloge. UV LED diode su u sve većoj upotrebi te sve više istiskuju UV živine svjetiljke iz upotrebe.



Slika 9. Valne duljine UV LED svjetiljke [2]



a)



b)

Slika 10. a), b) UV LED svjetiljka [2]

Osnovni zahtjev kod UV Ink Jet ispisa je kratko vrijeme osvjetljavanja da se ne bi usporio proizvodni proces koji je u rasponu od 5 do 30 m/h. Brzina proizvodnje ovisi i o emisijskoj frekvenciji kapljice koja se kreće između 5 i 40 kHz.

Nanos UV bojila prije polimerizacije je u prosjeku 20  $\mu\text{m}$  a nakon polimerizacije je od 5 do 15  $\mu\text{m}$ . Polimerizirano bojilo nakon otvrdnjavanja ima odlična svojstva otpornosti na mehaničko trenje, toplinsku otpornost (preko 300°C su zahtjevi nekih industrijskih grana po pitanju ambalaže) i kemijsku postojanost te otpornost na organska otapala.

Testiranje kvalitete polimeriziranog UV bojila tj. adsorpcije bojila na tiskovnu podlogu, provodi se subjektivnom ocjenom testa sa organskim otapalima (najčešće acetonom). Konvencionalna UV bojila će se već sa prvim prijelazom preko nanosa polimeriziranog bojila oštetiti, dok industrijska UV bojila mogu podnijeti i do čak 500 prijelaza preko nanosa.

#### 2.2.1.2. UV lak

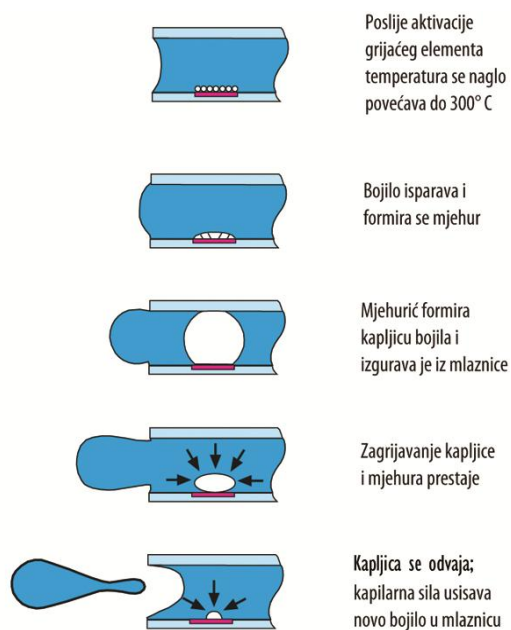
Upotreba UV laka kod UV Ink Jet ispisa se prvenstveno zasniva na estetskim zahtjevima, radi povećanja kvalitete ispisa i vizualnih karakteristika ali i povećanja mehaničke i kemijske otpornosti otisaka. Kod upotrebe UV Ink Jet laka grafička priprema i ispis na tiskovnu podlogu se vrše odvojeno od osnovne tiskovne forme i ispisa procesnim bojilima. Proces polimerizacije UV Ink Jet laka je identičan procesu polimerizacije procesnih bojila jer sadrže fotoinicijatore, monomer, oligomere i aditive te se proces polimerizacije odvija pri izlaganju UV svjetlosti. Najčešće upotrebljavani monomeri i oligomeri su: akrilni esteri, heksametilen diakrilat heksan 1.6 diakrilat, akrilirani amin, fotoosjetljivi monomeri, fonsin oksidni derivati. UV Ink Jet lakovi mogu biti sjajni ili mat. Nanos UV Ink Jet laka se može nanašati jednoliko preko cijele površine tiskovne podloge ili parcijalno, radi isticanja pojedinih važnijih grafičkih elemenata. Debljina nanosa UV Ink Jet laka je od 6 do 14  $\mu\text{m}$ . Ponavljanjem parcijalnog ispisa laka na željenim mjestima debljina nanosa UV Ink Jet laka se multiplicira i izdiže u visinu, stvarajući efekt treće dimenzije. Ovakav način



višeslojnog nanosa UV ink Jet laka na tiskovnoj podlozi se može iskoristiti za potrebe tehnike embosiranja (engl. *embossing* ili njem. *blind druck*). To je tehnika koja omogućava isticanje pojedinih grafičkih elemenata izdizanjem ili udublivanjem u strukturu tiskovne podloge uz pomoć temperature, tlaka između matrice i patrice. Stoga, prednost višeslojnog nanosa UV Ink Jet laka je u tome što se embosiranje može postići bez mehaničkih deformacija tiskovne podloge. Primjena ovakvog načina embosiranja se može postići i u apliciranju Brailleovog pisma za slijepe i slabovidne osobe na grafičke proizvode.

### 2.2.2. Termalna tehnologija Ink Jet ispisa

Princip nastanka kapljice kod termalnog Ink Jet pisača je na način da se boja zagrijava mikrogrijačem (temperatura do 350°C) smještenog unutar mikrokomore. Električni signal aktivira mikrogrijač povećavajući temperaturu, te uslijed promjene temperature bojilo isparava i formira se plinski mjehur. Nastali mjehurić izgurava kapljicu bojila iz mlaznice. Zagrijavanje kapljice i mjehura trenutno prestaje, kapljica se odvaja te mikrokapilarna sila usisava novu količinu bojila u komoru s mlaznicom. Dobivena kapljica volumenom je razmjerna veličini mjehura, odnosno razmjerna je temperaturi mikrogrijača (Slika 11.).

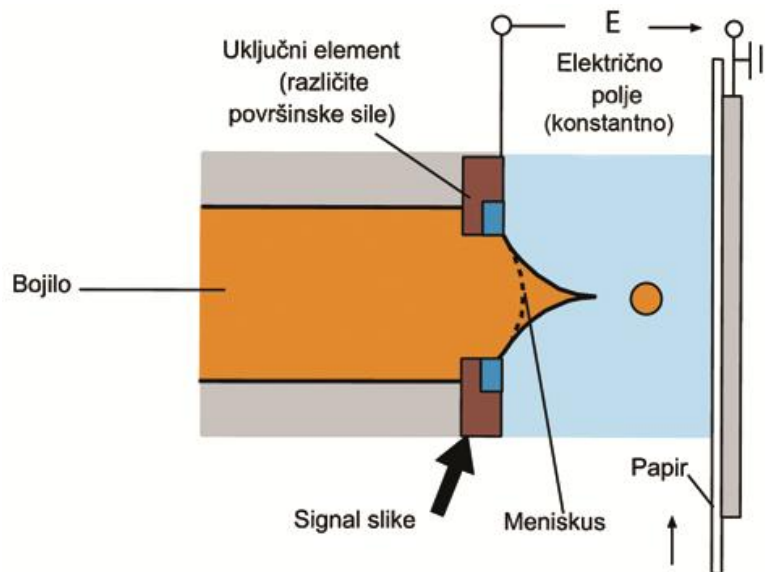


Slika 11. Formiranje kapljice kod termalnog Ink Jet ispisa <sup>[1]</sup>

Karakteristike takvog termalnog inkjet su: frekvencija kapanja od 5 do 8 kHz, volumen kapljica od 23 pl, dijametar kapljica od 35  $\mu\text{m}$ . Brzina ponavljanja je veća od 100.000 kapljica u sekundi. Bojila za termalni Ink Jet se moraju brzo mijenjati, zagrijavanjem moraju brzo postići temperaturu vrelišta te formirati mjehurić, stoga moraju biti otporna i stabilna na velike promjene temperatura. Otapala u bojilu ostvaruju optimalno vrijeme sušenja ali i povećavaju apsorpciju čime se sprečava izbjeljivanje bojila na poroznim i premazanim tiskovnim podlogama. Da ne bi došlo do začepjavanja mlaznica usljed sušenja, u bojila na bazi vode se dodaju glikoli i polimerni glikoli koji dobro apsorbiraju vlagu iz zraka te se time sprečava začepjavanje mlaznica usljed sušenja bojila.

### 2..2.3. Elektrostatska tehnologija Ink Jet ispisa

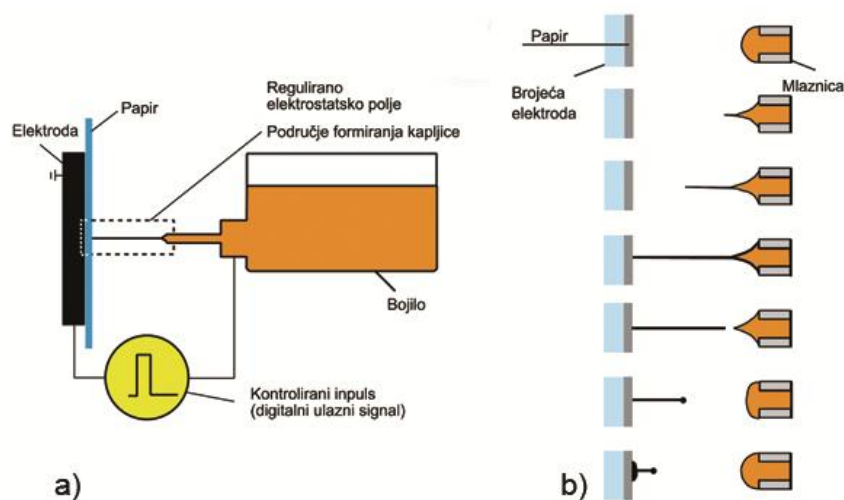
Princip rada elektrostatske Ink Jet tehnologije zasniva se na generiranju električnog polja koje je formirano između mlaznica i tiskovne podloge. Kapljice bojila nastaju uslijed formiranog napona a impulsi uzrokuju otpuštanje kapljice te njezino usmjeravanje kroz električno polje do tiskovne podloge. U stanju kada nema djelovanja električnog polja na otvoru mlaznice formira se minijaturni meniskus. Aktiviranjem električne struje oslobađa se kapljica koja se usmjerava električki provodljivom podlogom (Slika 12.). Sa povećanjem napona povećava se i volumen kapljice bojila. Do sad patentirani elektrostatski Ink Jet pisači mogu raditi na sljedeća tri principa: elektrostatski Ink Jet po Taylorovu efektu, elektrostatski Ink Jet s kontrolom prstenastog grijača i elektrostatski mist Ink Jet.



Slika 12. Formiranje kapljice kod elektrostatskog Ink Jet ispisa <sup>[4]</sup>

### 2.2.3.1. Elektrostatski Ink Jet po Taylorovom efektu

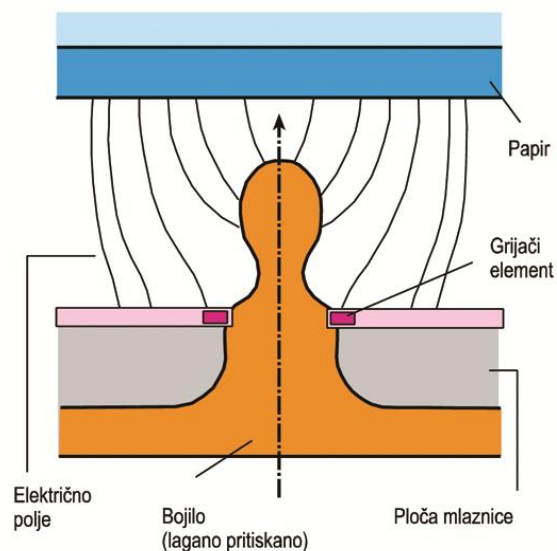
Mlaznice sa odgovarajućim oblikom i promjerom od oko 40  $\mu\text{m}$  istiskuju kapljicu bojila pod povišenim tlakom u puno manjem omjeru te formiraju kapljicu bojila u karakterističan oblik stožasti oblik. Kapljice bojila se formira pozicijom tiskovnog elementa i jačinom električnog polja a volumen kapljice je određen dužinom trajanja kontroliranog električnog impulsa. Visoki tlak kojom se izbacuju male kapljice bojila rezultira postizanje velikog broja kolornih nijansi po pikselu te time i većom rezolucijom prilikom ispisa (Slika 13. a, b) [4]



Slika 13. a), b) Formiranje kapljice kod elektrostatskog Ink Jet ispisa po Taylorovom efektu <sup>[4]</sup>

### 2.2.3.2. Elektrostatski Ink Jet sa kontrolom prstenastog grijača

Princip elektrostatskog Ink Jet ispisa sa prstenastim grijačem se zasniva na ispisu gdje je tekuće bojilo u blagom tlaku unutar spremnika koji je prekriven sa prstenastom mlaznicom. Definirani jakost električnog polja i tlak tekućeg bojila su u ravnoteži što rezultira jednakom površinskom napetosti bojila u odnosu na grijač svake pojedine mlaznice. Kontroliranom jačinom električnog signala određuje se stupanj zagrijavanja grijača mlaznice koji mijenja uravnoteženu površinsku napetost tekućeg bojila te dolazi do formiranja kapljice bojila (Slika 14.). Podešavanje rezolucije ispisa postiže se upotrebom silikonskih elemenata između mlaznice i tiskovne podloge koji dodatno rastriraju ispisnu sliku, čime se postiže više različitih obojenja po pikselu ali i predstavlja dodatnu zaštitu od začepeljivanja mlaznica tijekom procesa ispisa [4].

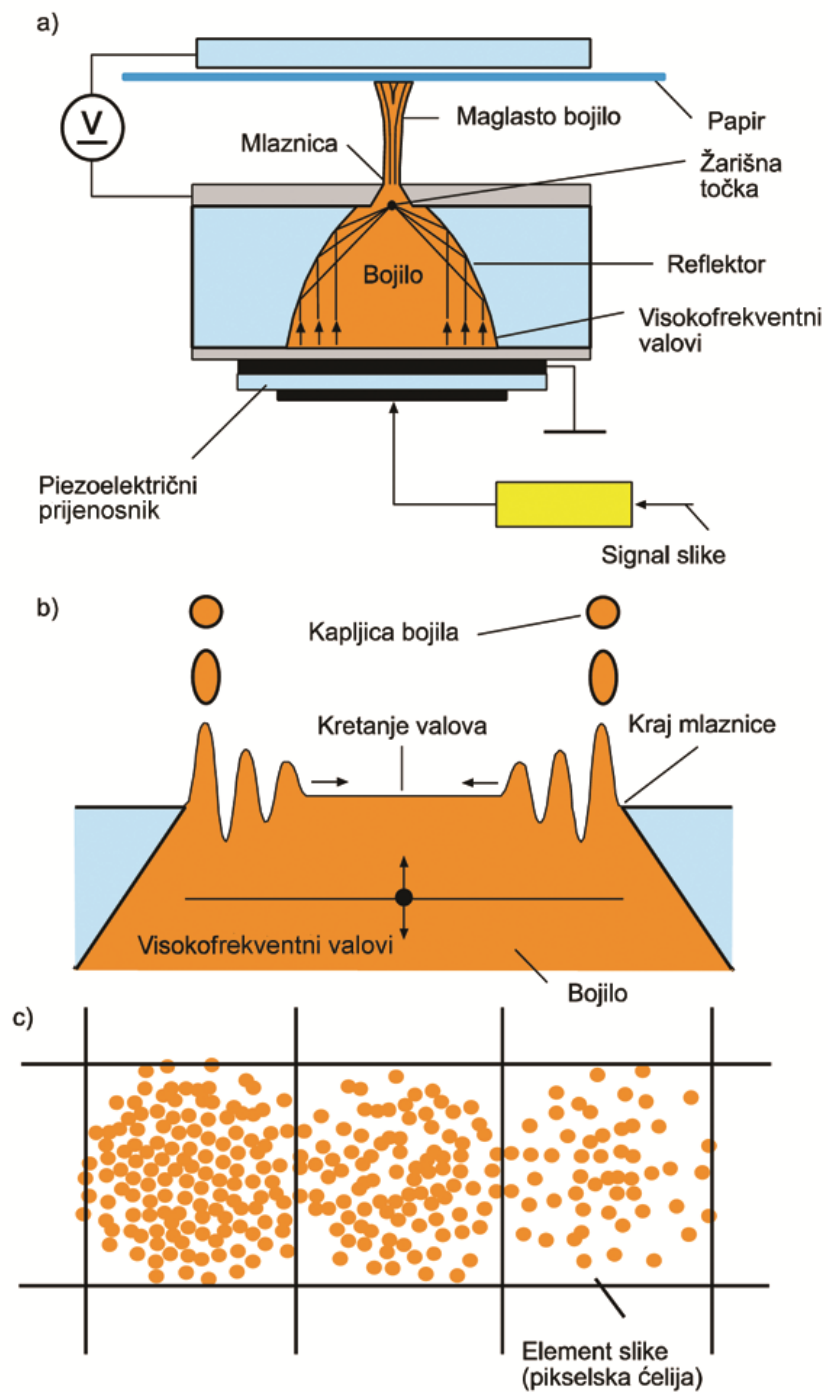


Slika 14. Formiranje kapljice kod elektrostatskog Ink Jet ispisa sa kontrolom prstenastog grijača [4]

### 2.2.3.3. Elektrostatski mist Ink Jet

Princip elektrostatskog mist Ink Jet ispisa je da se ispisuju vrlo sitne kapljice bojila, u obliku aerosola primjenom ultrazvučnih valova. Ultrazvučni valovi su usmjereni prema otvoru mlaznice pri čemu dolazi do nastanka površinskih valova na samom otvoru mlaznice, što rezultira špricanjem bojila u obliku

aerosola (Slika 15. a, b, c). Različitim kombinacijama frekvencija ultrazvučnih valova kontrolira se ispis bojila na tiskovnu podlogu [4]



Slika 15. a), b), c) Formiranje kapljice kod elektrostatskog mist Ink Jet ispisa [4]

## 2.3. Materijali za tiskovne podloge

### 2.3.1. Pamučna tkanina

Materijali za tiskovne podloge pogodni za ispis kod modernog Ink Jeta mogu biti svi materijali koji imaju površinsku i dimenzionalnu stabilnost, bez obzira na sposobnost upojnosti površine materijala. Najbliži materijali koji se donekle mogu usporediti su papir i pamučna tekstilna tkanina, i to: po svom izgledu, sirovinskom sastavu, smjeru papirnih vlaknaca koji je analogan smjeru osnovinih niti. Povijesni razvoj papira i tkanog tekstila započeo je u Egiptu prije otprilike 5.000 godina pojavom papirusa (*papyrus*) i tkanog tekstila, a glavna poveznica im je bila način ispreplitanja vlaknastih fragmenata radi formiranja plošnog proizvoda. Tehnike tiska, kroz razvoj, koristile su se i za tisak na tekstilne materijale ali sa manjim modifikacijama zbog osjetljivosti tekstilnih materijala, te se taj tijek nastavio i do danas sa digitalnim tehnikama tiska.

Materijali koji se koriste za izradu tekstila mogu biti prirodnog podrijetla kao što su: celulozna (pamuk, lan, ljuska kokosovog oraha), regenerirana celulozna (viskoza), proteinska (vuna, svila, dlake); te od polimernih materijala: poliester (PES), poliamid (PA), aramid (AR), poliakrilonitril (PAN), acetat (AC), triacetat. Kao materijali za proizvodnju tekstila još se upotrebljavaju i mineralni materijali poput azbesta i staklenih vlakna.

Tekstilni materijali za svakodnevnu upotrebu se najčešće izrađuju od pamuka ili mješavina pamuka i sintetičkih materijala, jer se proizvodnja tekstila najviše koristi za proizvodnju odjevnih predmeta.

Hrvatski naziv pamuk je posuđenica iz turskog jezika (turk. *pamuk*), nazivi *cotton* iz engleskog, španjolskog, francuskog, talijanskog i nizozemskog jezika su posuđenice iz arapskog (arap. *al qutn* - قُطْن), za pamuk [5]. Uzgaja se u predjelima sa toplom ekvatorijalnom klimom, gdje je u vrijeme vegetacije pamuka prosječna temperatura od 20 do 30°C. Pamuk je vlakno koje se dobiva odvajanjem od sjemenki jednogodišnje zeljaste biljke pamučike iz roda *Gossypium* (Slika 16.). Postupak odvajanja vlakana od sjemenki naziva se egreniranje, koje se provodi na egrenaljkama s pilama ili valjcima.

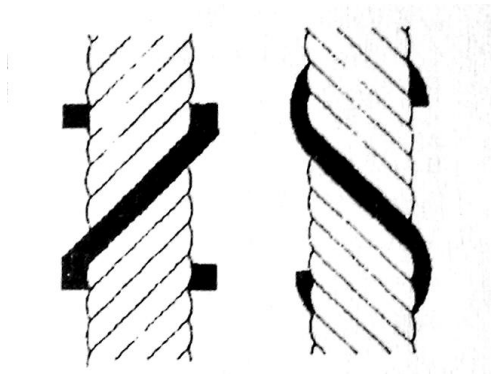


Slika 16. Izgled pamučnog vlakna [6]

Klasiranje pamuka prema kvaliteti mora biti u skladu s normama. Primarna svojstva pamuka koja određuju njegovu kvalitetu jesu: dužina vlakna, finoća, čvrstoća, savitljivost, kohezija i jednolikost vlakna. Sekundarna svojstva vlakna su: toplinska i optička svojstva, gustoća vlakana, sposobnost upijanja vode i dr. Dužina pamučnog vlakna obično je od 25 do 45 mm. Najpoznatija pamučna vlakna su sjevernoamerički sijlend (engl. *Sea Island*) dužine oko 40 mm i egipatski mako (arap. *maco*) dužine oko 45 mm. Finoća pamučnog vlakna, koja se izražava dužinskom masom, iznosi 1,2 do 2,8 dtex, a promjer poprečnog presjeka vlakna kreće se od 12 do 29  $\mu\text{m}$ . Čvrstoća pamučnog vlakna je 19 do 42 cN/tex, ravnotežna vlaga kreće se od 7 do 11%, prekidno istezanje je od 5,6 do 7,1%, a repriza je 8,5% prema normi HRN F.S3.101 [6]. Pamuk je po kemijskom sastavu sastavljen uglavnom od celuloze (88,0-96,50%) i u manjoj mjeri od voskova (0,6%), lipida, pektina, organskih kiselina, proteina i anorganskih soli [7].

Prvi korak u procesu izrade tekstilnih materijala je predenje. Pređa je tekstilna nit određene dužine koja nastaje predenjem vlakana ili kemijskim predenjem filamenata te se koristi za daljnje procese tkanja, pletenja, šivanja i vezenja. Vlakno je tvar koja je osnovna jedinica za proizvodnju pređe, a da bi se vlakno

moglo prerađivati, odnos debljine i dužine vlakna mora biti najmanje 1:1000, te mora imati određena svojstva da bi se moglo preraditi u pređu. Predenjem pređa dobiva uvoje koji mogu biti u S ili Z smjeru (Slika 17.). Proces uvijanja dvije ili više niti u jednu se naziva *končanje*, a smjer uvijanja je različit od smjera uvijanja pređe u koncu. Različiti smjer uvijanja pređe može se uočiti na tkanini zbog različitog odbijanja svjetlosti.



Slika 17. Z i S smjer uvijanja prediva <sup>[6]</sup>

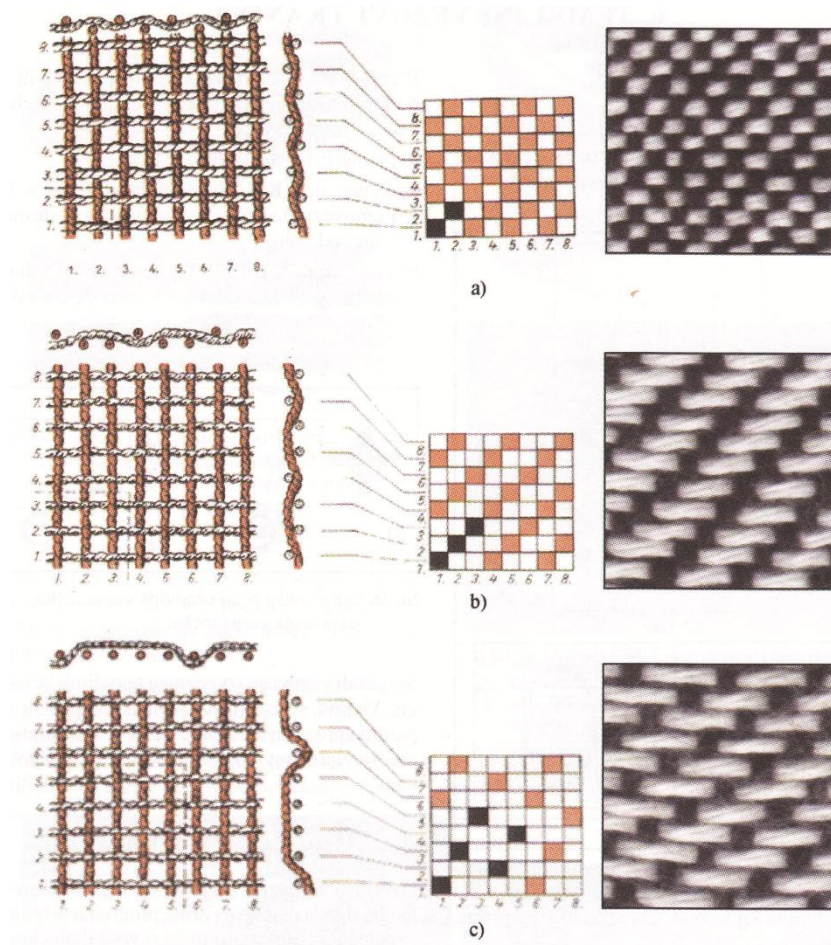
Finoća pređe definirana je odnosom mase i dužine a srazmjerna je s debljinom pređe (jer je pređa nejednolika i nije moguće postići kružni presjek pa se finoća prediva ne definira doslovno debljinom).

*Titer tex* ( $T_t$  ili *tex*) je međunarodna jedinica iz SI sustava (od 1981.) za označavanje finoće niti, definirana omjerom mase i dužine te spada u finoće koje se izražavaju masom (masa u g na dužini od 1000 m). *Titer denier* ( $T_d$  ili *den*) je finoća kojom se označavaju finoće filamentnih niti, te se izražavaju masom (masa u g na dužini od 9000 m). *Metrička finoća* ( $Nm$ ) je stara oznaka finoće niti, izražava se dužinom (dužina u m mase 1 g).

Tkanina je finalni proizvod koji nastaje u procesu tkanja na način da se međusobno križaju niti osnove i potke. Cijeli proces tkanja je ciklički gdje se u jednom ciklusu izvrše potrebne radnje za utkanje jedne niti potke (tvorba zijeva, unošenje potke, pritkaj potke i promjena zijeva). Vez tkanine definira međusobno preplitanje niti osnove i potke. Preplitanjem niti osnove i potke stvaraju se osnovine i potkine vezne točke ili jedinice veza (predstavljaju najmanji broj osnovinih i potkinih niti koje predstavljaju jednu cjelinu) te se ponavljaju po cijeloj dužini i širini tkanine [6]. Kombinacije preplitanja osnovinih i potkinih niti u jedinici veza, osnovna je podjela vezova tkanina na: platneni,



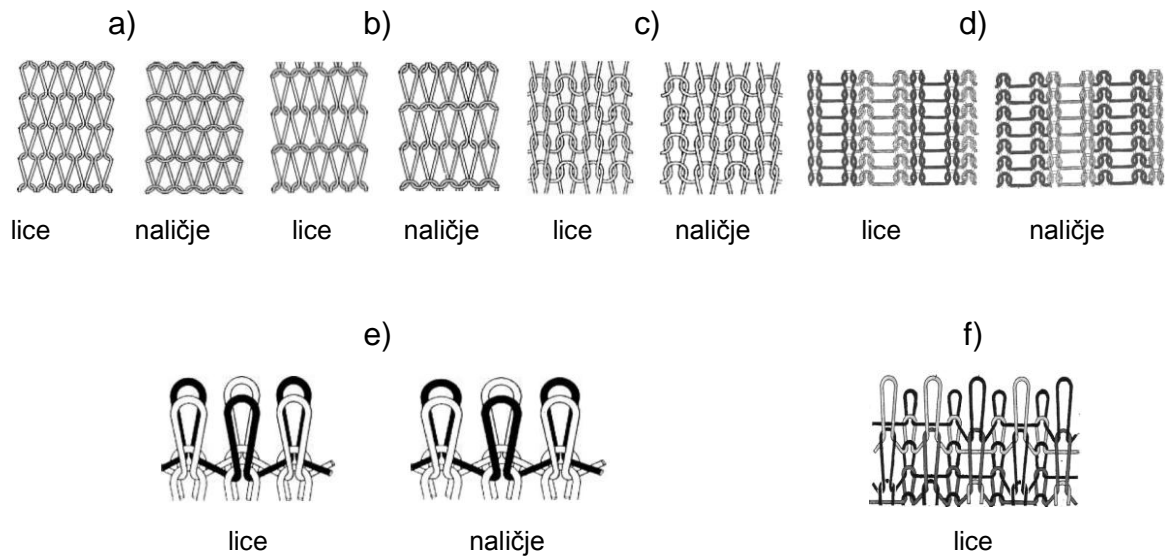
keper i atlas vez, dok su svi ostali vezovi tkanina izvedenice temeljnih vezova (Slika 18.).



Slika 18. a), b), c) Osnovni vezovi tkanina [6]

Tekstilni materijali se proizvode u širinama od 70, 140, 210 pa čak i 280 cm (klasični tekstilni materijali) ali i u širinama od 3 do 20 mm (pozamanterije, trakasti tekstil), dok im se debljina prikazuje površinskom masom ( $\text{g}/\text{m}^2$ ).

Pletivo kao finalni tekstilni plošni proizvod karakterizira visoka elastičnost usljed opterećenja. Pletenje je tehnološki proces strojnog ili ručnog ispreplitanja jedne ili više niti, stvarajući očice. Nekoliko je vrsta pletenja (pletiva): kulirno; desno-lijevo (Slika 19. a), lijevo-lijevo (Slika 19. b), desno-desno (Slika 19. c), patent (Slika 19. d); interlock (Slika 19. e) i žakar pletivo (Slika 19. f). Razlika između kulirnih te interlock i žakar pletiva, osim po vizualnim i taktilnim karakteristikama je ta što se kulirna pletiva mogu rasparati dok kod interlock i žakar pletiva to nije moguće.



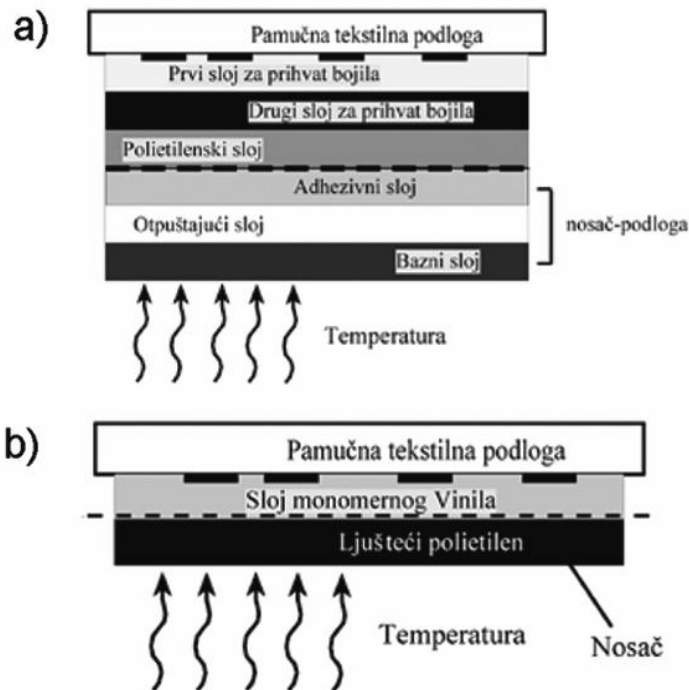
Slika 19. a), b), c), d), e), f) Osnovne vrste pletiva

### 2.3.2. Folija za termalni transforni tisak

Folije za termalni transforni tisak na tekstilne materijale su prijenosni tiskovni materijali na kojima je moguće ostvariti kvalitetan ispis, te nakon toga pod utjecajem temperature i tlaka u određenom vremenskom periodu, prenijeti ispis na tekstilnu podlogu. To su neupojni materijali ali se sa UV Ink Jet tehnikom tiska ostvaruju kvalitetni otisci. Folije za termalni transforni tisak su specijalne tiskovne podloge koje svojom složenom izradom i sastavom određuju da li će se upotrebljavati za transforni tisak na tamne ili na svijetle tekstilne materijale. Otisci na tekstilnim materijalima imaju dobru otpornost na mehaničko trenje i postojanost na pranje.

Termalna folija koja se koristi transforni tisak na svjetlo obojene tkanine (Slika 20. a) sastoji se od više slojeva. Osnovni papirni sloj (koji je bazni sloj) je od papira sa silikonskim polietilenskim premazom i slojem teflonskog praha. Adhezivni sloj sa ljepilom od modificiranog silikonskog ulja, koji povezuje osnovni i transparentni polietilenski sloj na kojem su slojevi za prihvat bojila koji može biti od polietilena, etil akrilne kiseline, etilen vinil acetata, vinil acetata [4].

Pod utjecajem temperature, polietilenski sloj se prihvaća za tekstilni materijal pri čemu se dolazi do fiksiranja otisnutog sloja bojila. Nakon prijenosa otiska na tekstilni materijal bazni papirni sloj se mehanički uklanja.



Slika 20. a), b) Shematki prikaz presjeka transferne folije [8]

Folija za transforni tisak koja se najčesće upotrebljava za transforni tisak na tamnije tkanine ima transparentnu bijelu podlogu jer standardni Ink Jet pisači ne mogu ispisivati bijelu boju. Ovaj tip folije za transforni tisak na tamne tkanine (Slika 20. b) je sastavljena od dva osnovna, sloja polietilenske folije i vinilnog monomera koji su međusobno povezani termostabilnim ljepilom. Vinilni monomer je pogodan jer prihvaća sloj bojila, te pod utjecajem temperature, tlaka i u potrebnom vremenu periodu omekšava, postaje polivinil te se zajedno sa slojem bojila fiksira na površini tekstilnog materijala. Nakon hlađenja se nosiva polietilenska podloga mehanički uklanja sa transfornog otiska [8]

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Plan eksperimenta

Tehnikom Ink Jet ispisa će se otisnuti UV sušećim bojilima na pamučne tkanine i to na 4 načina:

1. direktnim otiskivanjem na pamučnu tkaninu,
2. direktnim otiskivanjem na pamučnu tkaninu sa UV sušećim lakom,
3. indirektnim otiskivanjem na transferne Ink Jet medije koji će se termalnim transferom prenijeti na pamučnu tkaninu,
4. indirektnim otiskivanjem na transferne Ink Jet medije sa UV sušećim lakom koji će se termalnim transferom prenijeti na pamučnu tkaninu.

Za izradu eksperimentalnih otisaka će se koristiti piezo Ink Jet Roland LEC 300 sa UV sušećim bojilima, sa rezolucijom 1400x750 dpi, radne širine  $d = 45$  cm, u CMYK + L modu, uz color management: PrePress Europe, standardne kvalitete.

Za eksperimentalni rad korištena je digitalna tiskovna forma (Slika 21.) koja je podijeljena u 378 karakterističnih polja, daljnjim spektrofotografskim mjerenjima dobiveni su rezultati pomoću kojih su generirani ICC profili i 3D gamuti.

Za detaljnija pojedinačna spektrofotometrijska i mikroskopska ispitivanja kao reprezentativni uzorci korištena su karakteristična polja: cijan, magenta, žuta, crna, crvena, zelena, ljubičasta i siva boja. Za mikroskopsku analizu osim prije navedenih polja, korištena su i polja sa primjenom slovni znakova u karakterističnim bojama: cijan, magenta, žuta i crna.

Pamučna tkanina koja je korištena za eksperimentalne otiske je sastava 100% pamuk, kemijski i optički izbjeljena sa gustoćom niti osnove 24 niti/cm i potke 24 niti/cm koji su tkani u platnenom vezu, trgovačkog naziva šifon (*Chiffon*).

Termalnim transferom će se otisnuti predlošci na pamučnu tkaninu sa termalnom prešom uz parametre temperature  $T = 168^{\circ}\text{C}$ , tlaka  $P = 3,5$  bara i vremena  $t = 20$  sekundi. Folija za transferni tisak koja će se koristiti je Poliflex Printable 4016, proizvođača Farben-Frinkel GmbH.

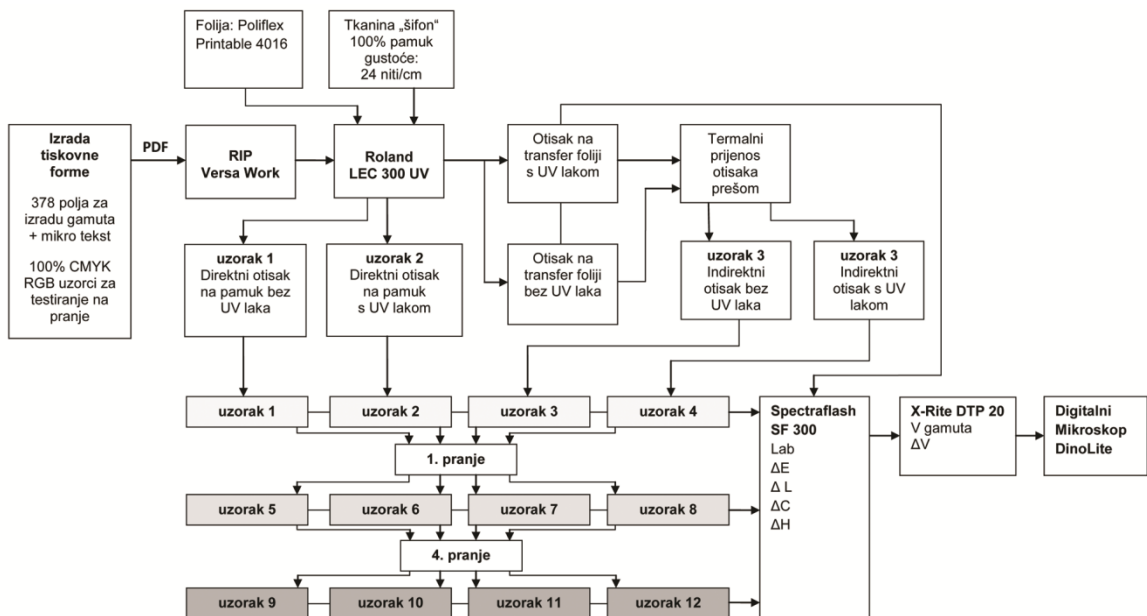
Pamučni otisnuti uzorci će se podvrgnuti ispitivanju postojanosti obojenja prema normativu: HRN EN ISO 105-C08:2010 - postojanost obojenja pri pranju u kućanstvu i komercijalnom pranju na Tekstilno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na Zavodu za ispitivanje tekstilnih materijala. Uzorci su tretirani u jednakim i kontroliranim uvjetima (temperatura 40°C, sa istom propisanom recepturom sredstva za pranje i istom koncentracijom), te su nakon svakog pranja sušeni na temperaturi od 20-22°C i relativne vlažnosti od 50-65%.

Planirana su četiri pranja dok će se spektrofotometrijska mjerenja obaviti na uzorku bez pranja, nakon prvog i nakon četvrtog pranja te će se ti mjerni podaci analizirati. Nakon svakog pojedinog pranja i sušenja uzoraka, nad istima su izvršena spektrofotometrijska mjerenja postojanosti otisaka, analiza kolorne reprodukcije zajedno s mogućim povećanjem mehaničke i kemijske otpornosti na detergente na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i na Tekstilno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Za spektrofotometrijska mjerenja otisaka koristit će se spektrofotometar X-rite DTP 20 koji radi sa računalnim programom ColorShop X, te korištenjem mjernih rezultata u računalnom programu MonacoProfiler dobit će se pregled svih mjerenja u 3D dijagramu.



Slika 21. Tiskovna forma korištena za otisak na pamučne tkanine



Slika 22. Shema eksperimenta

## 3.2. Korišteni strojevi i uređaji

### 3.2.1. Ink Jet Roland Versa UV LEC 300

Ink Jet Roland Versa UV LEC 300 (Slika 23.) je piezoelektrični pisač velikog formata, koristi 6 UV sušćih boja i to CMYK + W (bijela) + Gloss (UV sušćí lak) te ima mogućnost konturnog rezanja. Ovaj model može ispisivati na različitim tiskovnim materijalima do debljine 1 mm.



Slika 23. Ink Jet Roland Versa UV LEC 300

Tabela 1. Osnovne karakteristike Ink Jet Roland Versa UV LEC 300 pisača

<b>Uređaj:</b>	<b>Ink Jet Roland Versa UV LEC 300</b>
Širina ispisa:	182 do 762 mm
Dimenzije kapljice:	2 do 4 pl
Rezolucija ispisa:	360x720 dpi, 720x720 dpi, 720x1440 dpi, 1440x1440 dpi
Napon:	240 V $\pm$ 10%, 50/60 Hz, 4,2 A
Potrošnja električne energije:	370 W
Vrsta veze:	Ethernet
Način ulaza papira:	rola/arci sa stražnje strane stroja
Maksimalna debljina papira:	1 mm
Radni uvjeti:	20 do 32°C, relativna vlažnost 35 do 80% bez kondenzata

### 3.2.2. X-Rite DTP 20

X-Rite DTP 20 (Slika 24.) je ručni uređaj za spektrofotometrijska mjerenja obojenja. Uređaj je spojen sa računalom, te se svi mjerni rezultati prebacuju na računalo. Računalni program ColorShop X učitava mjerne podatke te ih prikazuje u obliku: Lab, XYZ, xyY, LCh, RGB. Uređaj ima međuspremnik za 256

mjernih rezultata, nakon čega je potrebno uređaj resetirati. Prije mjerenja uređaj je potrebno kalibrirati sa standardnom bijelom podlogom koja je sastavni dio opreme samog mjernog uređaja.



Slika 24. Spektrofotometar X-RITE 20 Pulse

Tabela 2. Osnovne karakteristike spektrofotometra X-RITE 20 Pulse

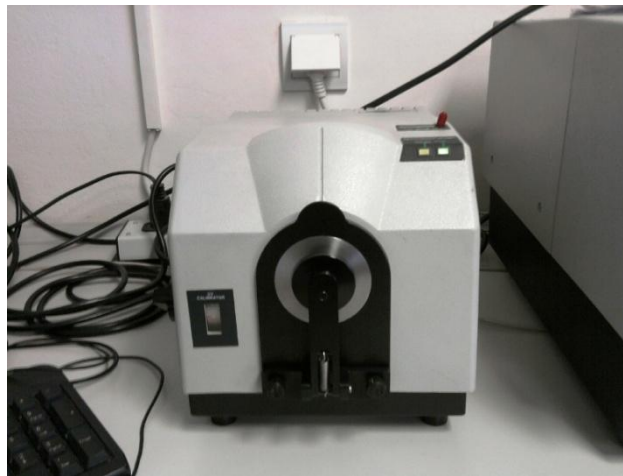
<b>Uređaj:</b>	<b>X-RITE 20 Pulse</b>
Dimenzije uređaja:	6,9 x 7,6 x 13,7 cm
Masa uređaja:	340 g
Brzina mjerenja:	2 sekunde
Spektralni raspon mjerenja:	400 do 700 nm
Spektralni senzor:	DRS
Mjerni zaslon:	4 mm
Preciznost mjerenja:	< 1 ΔE maksimalno
Kut promatranja:	2°, 10°
Vrsta veze:	USB

### 3.2.3. Spektrofotometar Spectraflash SF 300

Spektrofotometar Spectraflash SF 300 (Slika 25.) je računalno vođen remisijski spektrofotometar namijenjen mjerenju boje sa plošnih površina (tekstil, papir, plastika, drvo, metal, itd.), mjerenju bjeline i fluorescentnih obojenja i računalnom receptiranju. Uzorak se postavlja i učvršćuje posebnim držačem na mjerni otvor instrumenta. Osvjetljava se iz izvora svjetlosti ugrađenog u instrument. Instrument mjeri valne duljine reflektiranog i apsorbiranog dijela upadne svjetlosti. Mjerni podaci pohranjuju se u računalnu bazu podataka, iz koje se pomoću specijaliziranog računalnog programa Datacolor Micromatch, izračunavaju daljnji parametri potrebni



za definiranje boje, bjeline ili potrebni za provođenje postupka računalnog receptiranja.



Slika 25. Spektrofotometar Spectraflash SF 300

Tabela 3. Osnovne karakteristike spektrofotometra Spectraflash SF 300

Uređaj:	Spectraflash SF 300
Spektralni raspon mjerenja	360 do 700 nm
Dimenzije mjernog otvora:	R=0,65 cm, R=2,2 cm
Broj izvora svjetlosti:	3
Zoom leće:	automatizirano
UV kontrola:	automatizirano

#### 3.2.4. Digital Microscope DinoLite Pro LWD

Digitalni mikroskop Digital Microscope DinoLite Pro LWD (Slika 26.) je korišten za velika uvećanja i snimanje mjernih uzoraka. Uređaj je spojen sa računalom, ima zaseban izvor svjetlosti te je za njegovu upotrebu potreban računalni program Dino Xcope.



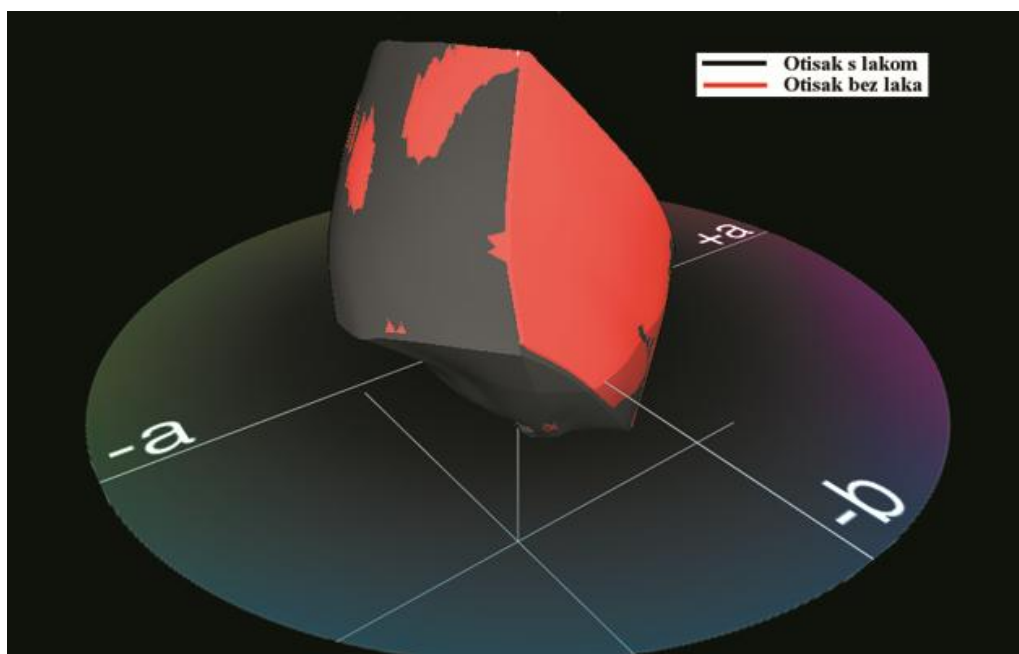
Slika 26. Digitalni mikroskop Digital Microscope DinoLite Pro LWD

Tabela 4. Osnovne karakteristike digitalnog mikroskopa Digital Microscope DinoLite Pro LWD

Uređaj:	Digital Microscope DinoLite Pro LWD
Dimenzije uređaja:	10,5 x 3,2 cm
Rezolucija uređaja:	SXGA 1280 x 1024 dpi, 1.3M pixels
Uvećanje:	20x - 50x i 90x
Izvor svjetla:	8x LED
Spektralni senzor:	DRS
Mjerenje boja:	Automatic Color Balance
Vrsta veze:	USB

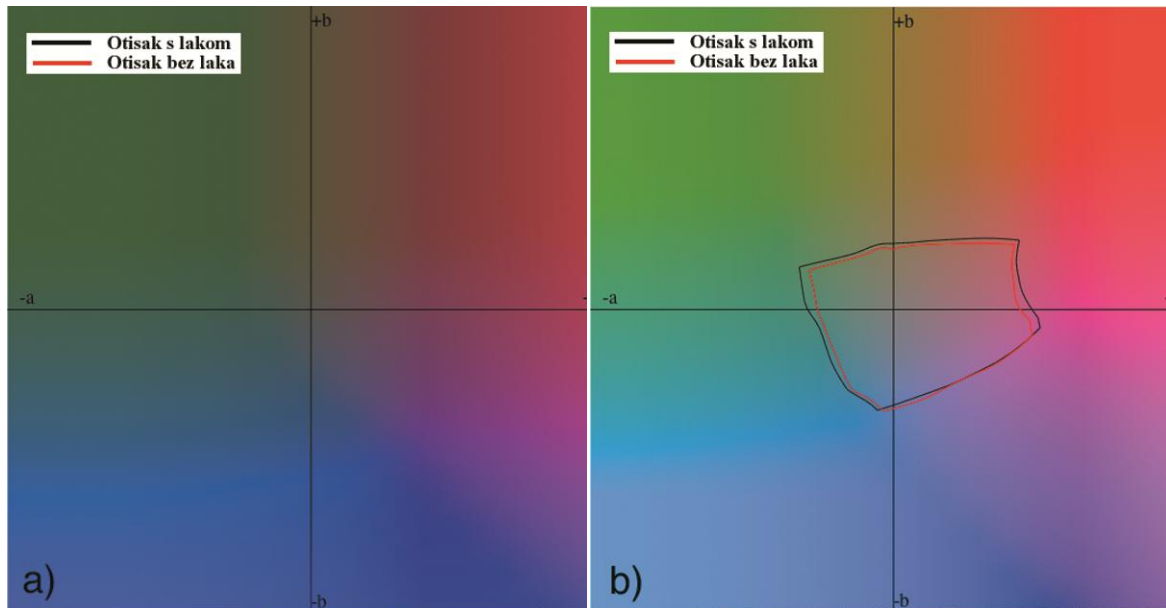
#### 4. REZULTATI MJERENJA I DISKUSIJA

Spektrofotometrijski rezultati mjerenja karakterističnih 378 područja kod sva četiri uzorka su prikazana konstrukcijom 3D i 2D gamtnih vrijednosti koje predstavljaju kvalitetu otiska. Prikazane su i uspoređene gamutne vrijednosti uzoraka pojedinog načina ispisa bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom, nakon podvrgavanja uzoraka na pranje. Pojedinačno će se analizirati i usporediti osam karakterističnih područja i to njihove vrijednosti u obojenju, svjetlini, kromatičnosti i uvećanim mikroskopskim slikama vizualno ih ocjeniti. Direktnim otiskivanjem na pamučnu tkaninu bez upotrebe UV sušećeg laka, bez

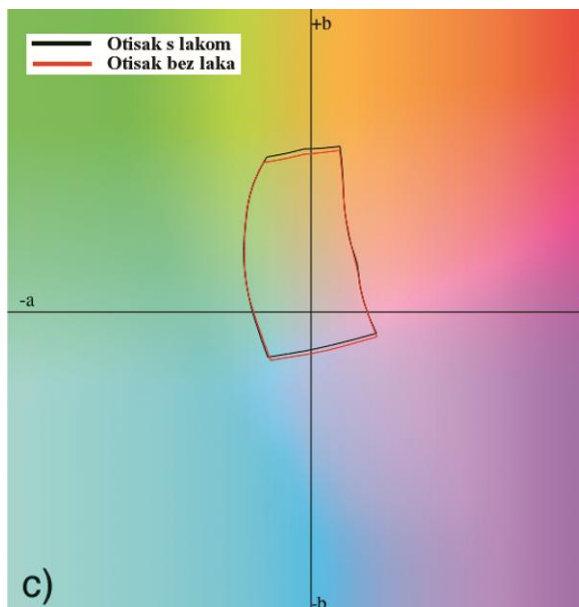


Slika 27. 3D gamut direktnih otisaka bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom bez pranja

ispitivanja na pranje, postignut je prostorni volumen vrijednosti  $V_1=461,428$ , dok je direktnim otiskivanjem na pamučnu tkaninu uz upotrebu UV sušećeg laka bez pranja postignut prostorni volumen vrijednost  $V_2=488,630$ . Vidljiv je rast vrijednosti volumena pri upotrebi UV laka  $\Delta V_{2-1}=27,202$  gdje je UV sušeći lak pogodovao boljem obojenju, povećanju vrijednosti gamuta i inteziteta boje te boljoj kvaliteti ispisa.



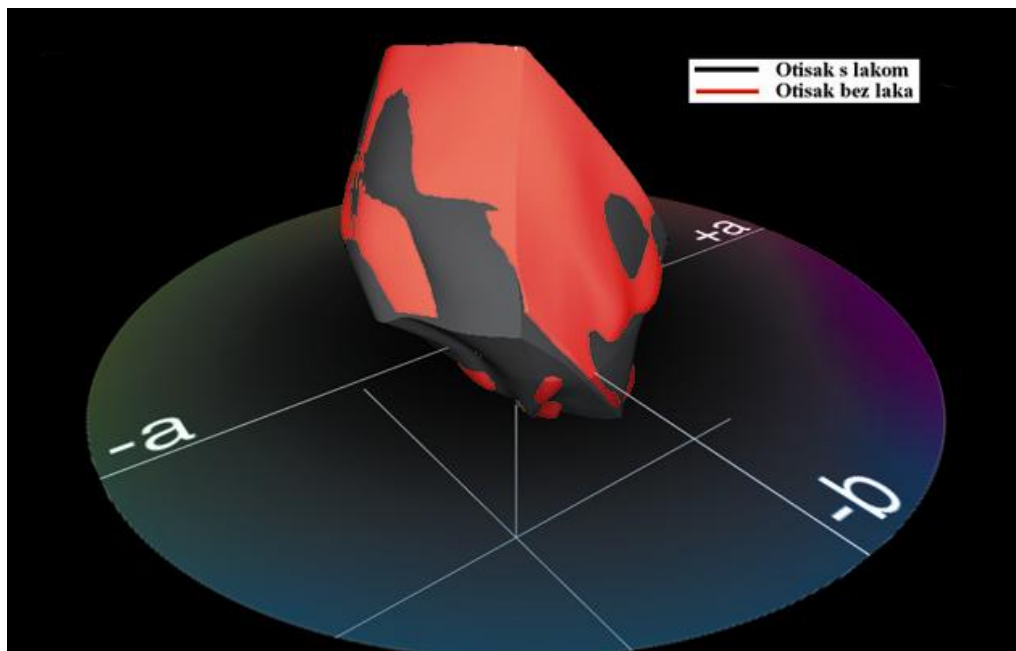
2D presjek gamuta



Slika 28. a), b), c) 2D presjek gamuta direktnih otisaka bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom bez pranja u tri karakteristična područja: a)  $L=20$ , b)  $L=50$ , c)  $L=80$

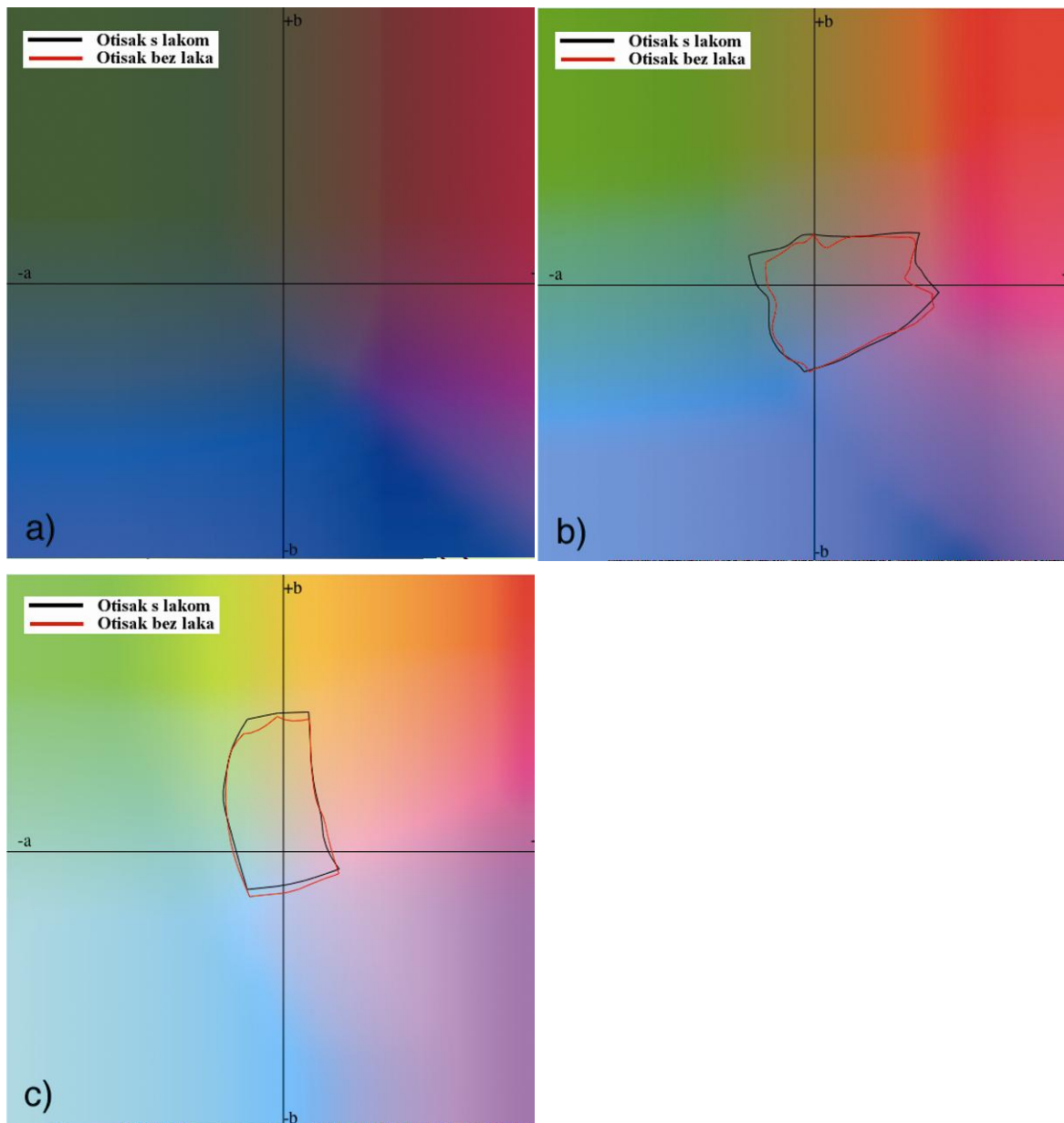
Promatrajući karakteristične presjeka gamuta pri svjetlini ( $L=20$ ,  $L=50$ ,  $L=80$ ), u tamnijem presjeku ( $L=20$ ) nema očitanih vrijednosti. U srednjem presjeku gamuta ( $L=50$ ), najveće razlike između direktno otisnutog uzorka s UV sušećim lakom i bez UV sušećeg laka primjećuju se u zelenom i plavom području (na koordinati  $-a$ ) te u crvenom i ljubičastom području (na koordinati  $+a$ ). U najsvjetlijem presjeku gamuta ( $L=80$ ), razlike su vidljive na u ljubičastom i plavom području (na koordinati  $-b$ ) te u zelenom i žutom području (na koordinati  $+b$ ).

Direktni otisci na pamučnoj tkanini bez upotrebe UV sušećeg laka, nakon prvog



Slika 29. 3D gamut direktnih otisaka bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom nakon prvog pranja

podvrgavanja ispitivanju na pranje, postignut je prostorni volumen vrijednosti  $V_5=367,135$ , dok su uzorci sa direktnim otiskom na pamučnu tkaninu uz upotrebu UV sušećeg laka nakon prvog pranja, postigli prostorni volumen vrijednosti  $V_6=384,901$ . Vidljiv je rast vrijednosti volumena pri upotrebi UV sušećeg laka  $\Delta V_{6-5}=17,766$  gdje je UV sušeći lak pogodovao boljem obojenju i povećanju vrijednosti gamuta.

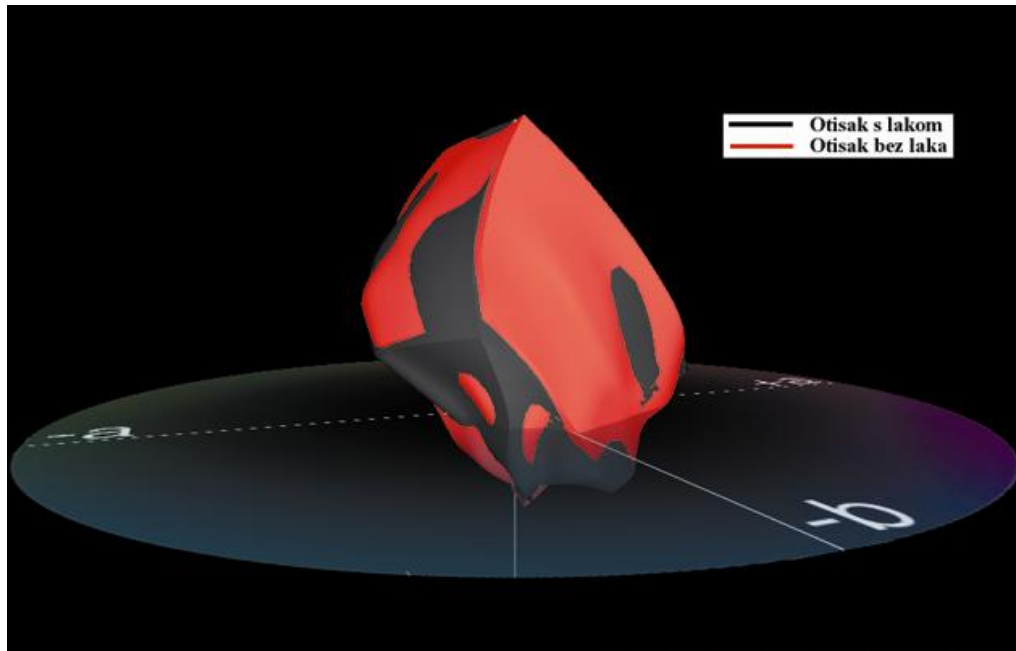


Slika 30. a), b), c) 2D presjek gamuta direktno otisnut s UV sušećim lakom i bez UV sušećeg laka nakon prvog pranja u tri karakteristična područja: a)  $L=20$ , b)  $L=50$ , c)  $L=80$

Promatrajući karakteristične presjeke gamuta nakon prvog pranja pri svjetlini ( $L=20$ ,  $L=50$ ,  $L=80$ ), u tamnijem presjeku ( $L=20$ ) nema očitanih vrijednosti. U srednjem presjeku gamuta ( $L=50$ ), najveće razlike između direktno otisnutog uzorka s UV sušećim lakom i bez UV sušećeg laka primjećuju se u zelenom i plavom području (na koordinati  $-a$ ) te u crvenom i ljubičastom području (na koordinati  $+a$ ), ali u žutom području (na koordinati  $+b$ ). U najsvjetlijem presjeku

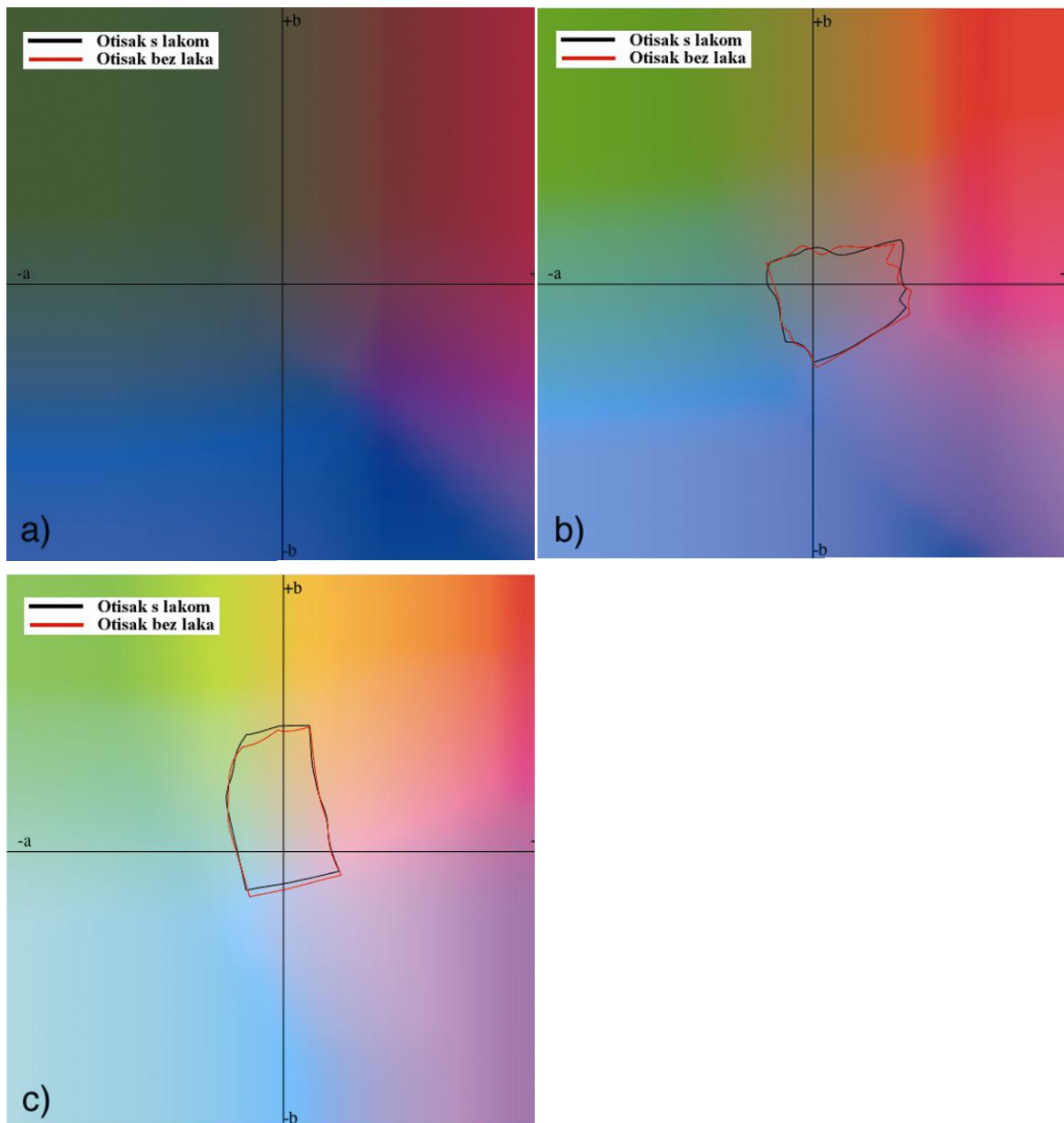
gamuta ( $L=80$ ), razlike su vidljive na u zelenom i žutom području (na koordinati  $+b$ ) te u ljubičastom i plavom području (na koordinati  $-b$ ).

Uzorci direktno otisnuti na pamučnu tkaninu bez upotrebe UV sušećeg laka,



Slika 31. 3D gamut direktnih otisaka bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom nakon četvrtog pranja

nakon četvrtog ispitivanja na pranje, postignut je prostorni volumen vrijednosti  $V_9=304,797$ , dok su uzorci sa direktnim otiskom na pamučnu tkaninu uz upotrebu UV sušećeg laka nakon četvrtog pranja postigli prostorni volumen vrijednost  $V_{10}=318,439$ . Vidljiv je rast vrijednosti volumena pri upotrebi UV sušećeg laka  $\Delta V_{10-9}=13,642$ , gdje je UV sušeći lak pogodovao boljem obojenju i povećanju vrijednosti gamuta.

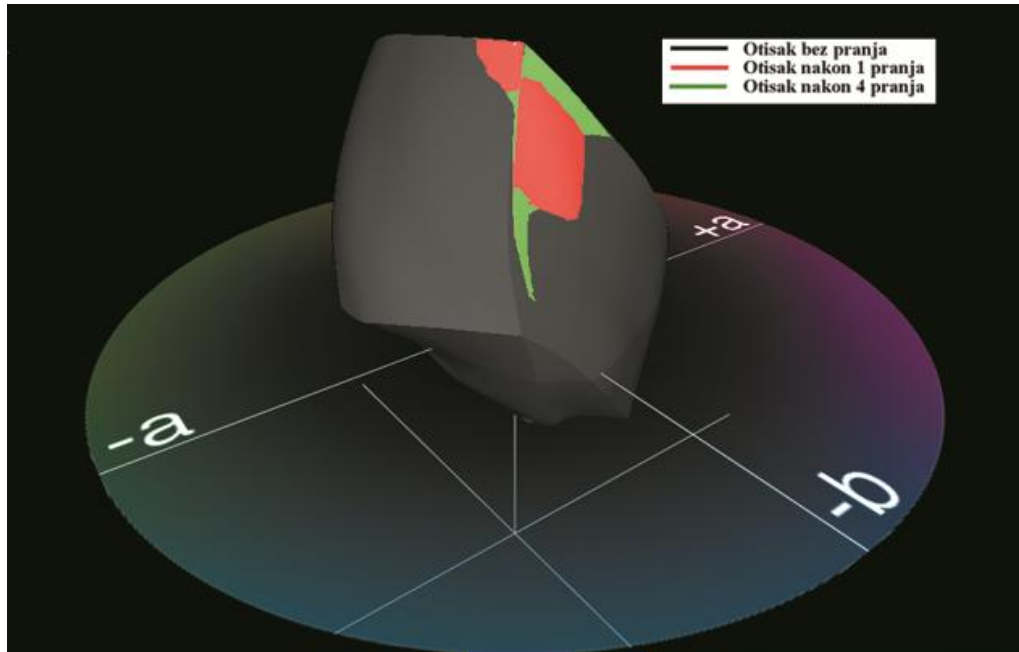


Slika 32. a), b), c) 2D presjek gamuta direktnih otisaka bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom nakon četvrtog pranja u tri karakteristična područja: a)  $L=20$ , b)  $L=50$ , c)  $L=80$

Promatrajući karakteristične presjeke gamuta nakon četvrtog ispitivanja na pranje pri svjetlini ( $L=20$ ,  $L=50$ ,  $L=80$ ), u tamnijem presjeku ( $L=20$ ) nema očitanih vrijednosti. U srednjem karakterističnom presjeku gamuta ( $L=50$ ), najveće razlike između direktno otisnutog uzorka s UV sušećim lakom i bez UV sušećeg laka primjećuju se u crvenom i ljubičastom (na koordinati  $+a$ ) te nešto manje razlike u plavom području (na koordinati  $-a$ ), ali i u žutom (na koordinati  $+b$ ) te u plavom području (na koordinati  $-b$ ). U najsvjetlijem presjeku gamuta

(L=80), najveće razlike između otisaka su vidljive u zelenom i žutom području (na koordinati +b) te u ljubičastom i plavom području (na koordinati -b).

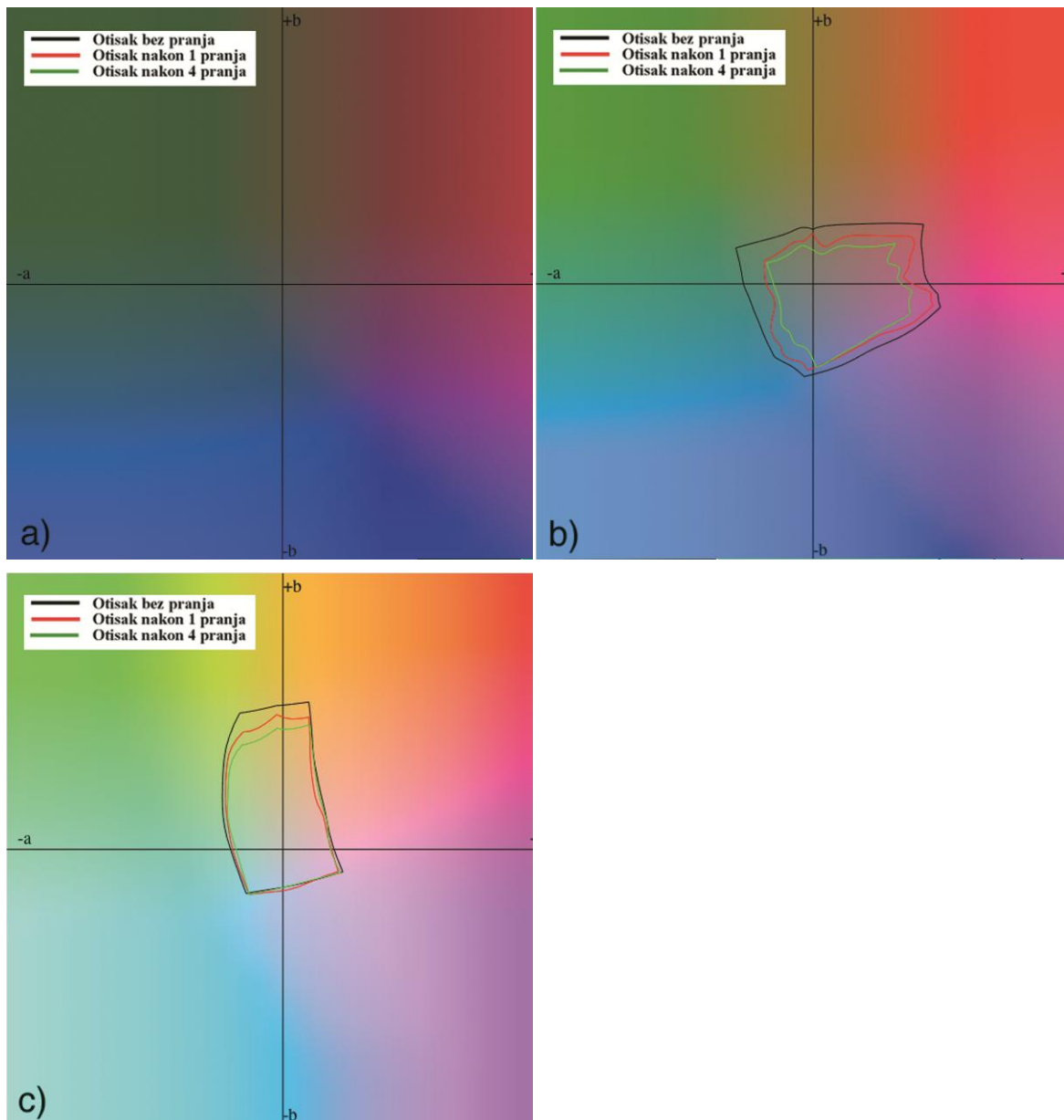
Uspoređeni su direktno otisnuti uzorci na pamučnoj tkanini bez upotrebe UV



Slika 33. 3D gamut direktnih otisaka bez UV sušećeg laka; bez pranja, nakon prvog i četvrtog pranja

sušećeg laka; na uzorku bez ispitivanja na pranje postignut je prostorni volumen vrijednosti  $V_1=461,428$ , na uzorku nakon prvog pranja postignut je prostorni volumen vrijednost  $V_5=367,135$ , a na uzorku nakon četvrtog pranja prostorni volumen ima vrijednost  $V_9=304,797$ . Vidljiv je pad vrijednosti volumena na uzorcima  $\Delta V_{9-1} = -156,631$ , gdje je došlo do gubitka otisnutog nedovoljno fiksiranih pigmenata bojila na uzorcima prilikom ispitivanja na pranje.

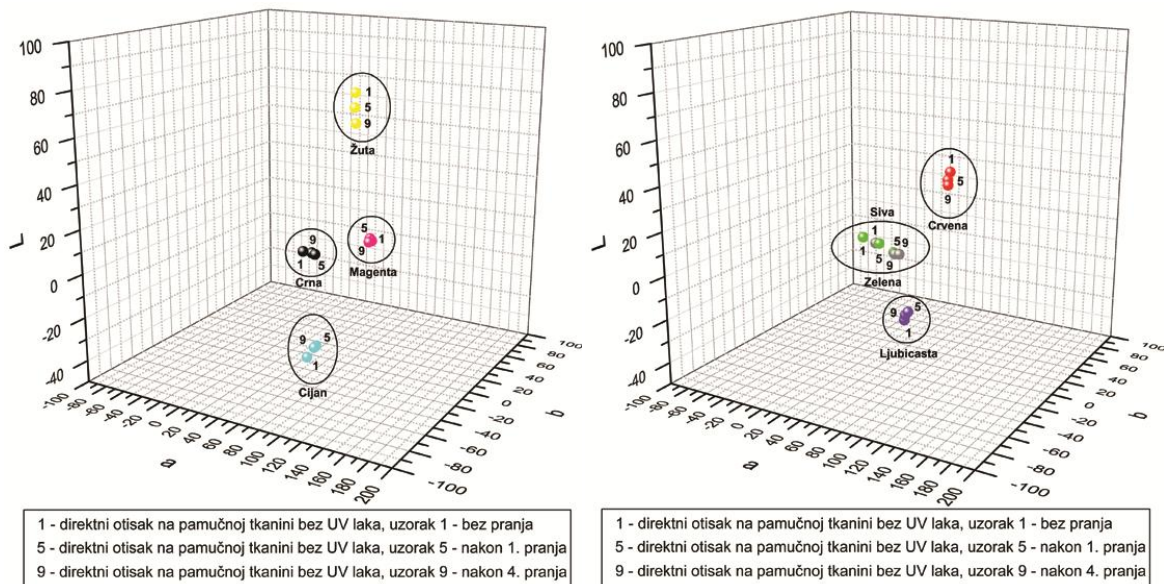




Slika 34. a), b), c) 2D presjek gamuta direktnih otisaka bez UV laka; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja u tri karakteristična područja: a)  $L=20$ , b)  $L=50$ , c)  $L=80$

Promatrani su karakteristični presjeci gamuta otisaka: bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja pri svjetlini ( $L=20$ ,  $L=50$ ,  $L=80$ ), u tamnijem presjeku ( $L=20$ ) nema očitanih vrijednosti. U srednjem karakterističnom presjeku gamuta ( $L=50$ ), izrazite promjene primjećuju se između otisaka bez pranja i nakon prvog i četvrtog pranja u svim smjerovima, najviše u crvenom području (na koordinati  $+a$ ) i u zelenom (na koordinati  $-a$ ), ali i u žutom (na koordinati  $+b$ ) te u plavom području (na koordinati  $-b$ ). U najsvjetlijem presjeku gamuta ( $L=80$ ),

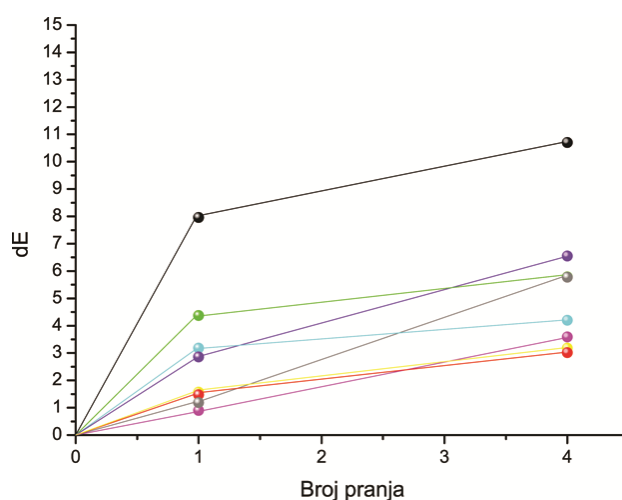
najveće promjene između otisaka su vidljive u zelenom i žutom području (na koordinati +b) te manje promjene u plavom i ljubičastom području (na koordinati -b). Velike promjene u kolornoj reprodukciji su posljedica ispiranja nefiksiranih pigmenata bojila sa pamučne tkanine prilikom ispitivanja uzoraka na postojanost obojenja pri pranju.



Slika 35. a), b) CIE Lab dijagram direktnih otisaka punih tonova bez UV laka; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

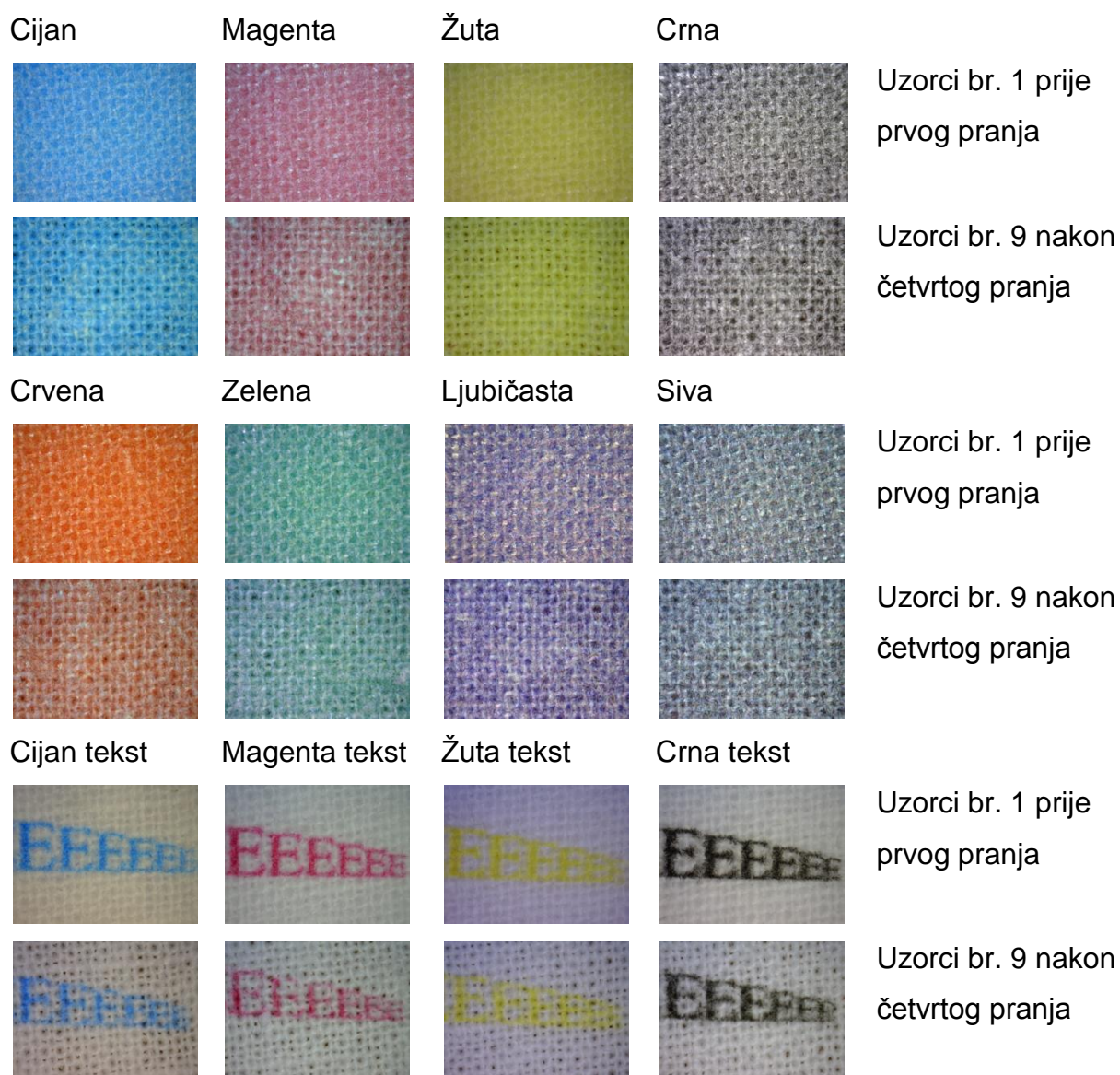
Nakon prvog ispitivanja na pranje, najveći pad svjetline dogodit će se kod crne ( $\Delta L_{K1-K5}=-7,92$ ); manji pad vrijednosti svjetline će biti kod: zelene ( $\Delta L_{G1-G5}=-2,93$ ), ljubičaste ( $\Delta L_{LJ1-LJ5}=-2,52$ ), cijana ( $\Delta L_{C1-C5}=-2,33$ ); dok će najmanji gubitak u vrijednostima svjetline biti kod: sive ( $\Delta L_{S1-S5}=-1,08$ ); manji rast svjetline je vidljiv kod: crvene ( $\Delta L_{R1-R5}=0,26$ ), žute ( $\Delta L_{Y1-Y5}=0,47$ ) i magente ( $\Delta L_{M1-M5}=0,68$ ). Nakon četvrtog pranja uzorka, i dalje najveća pad svjetline će se opet biti kod crne ( $\Delta L_{K1-K9}=-10,70$ ); nešto manji pad svjetline obuhvatit će: ljubičastu ( $\Delta L_{LJ1-LJ9}=-6,11$ ), sivu ( $\Delta L_{S1-S9}=-5,73$ ), zelenu ( $\Delta L_{G1-G9}=-4,14$ ), cijan ( $\Delta L_{C1-C9}=-3,19$ ) i magentu ( $\Delta L_{M1-M9}=-2,88$ ); najmanji pad svjetline je kod: crvene ( $\Delta L_{R1-R9}=-1,85$ ) i žute ( $\Delta L_{Y1-Y9}=-0,12$ ).

Kromatičnost se nakon prvog pranja najviše mijenja kod zelene ( $\Delta C_{G1-G5}=3,24$ ); nešto manje promjene će biti kod: cijana ( $\Delta C_{C1-C5}=1,76$ ), žute ( $\Delta C_{Y1-Y5}=1,50$ ), ljubičaste ( $\Delta C_{LJ1-LJ5}=1,28$ ) i crvene ( $\Delta C_{R1-R5}=1,06$ ); dok će se najmanje promjene u kromatičnosti desiti kod: crne ( $\Delta L_{K1-K5}=0,76$ ), magente ( $\Delta C_{M1-M5}=0,32$ ) i sive ( $\Delta C_{S1-S5}=0,06$ ). Promjene u kromatičnosti nakon četvrtog pranja su najvidljivije i dalje kod zelene ( $\Delta C_{G1-G9}=4,04$ ); nešto manje promjene su kod: žute ( $\Delta C_{Y1-Y9}=3,18$ ), ljubičaste ( $\Delta C_{LJ1-LJ9}=2,19$ ), magente ( $\Delta C_{M1-M9}=2,14$ ), cijana ( $\Delta C_{C1-C9}=2,14$ ) i crvene ( $\Delta C_{R1-R9}=1,88$ ); dok su najmanje promjene u kromatičnosti imale siva ( $\Delta C_{S1-S9}=0,74$ ) i crna ( $\Delta L_{K1-K9}=0,37$ ).



Slika 36.  $\Delta E$  direktnih otisaka punih tonova bez UV sušeceg laka; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

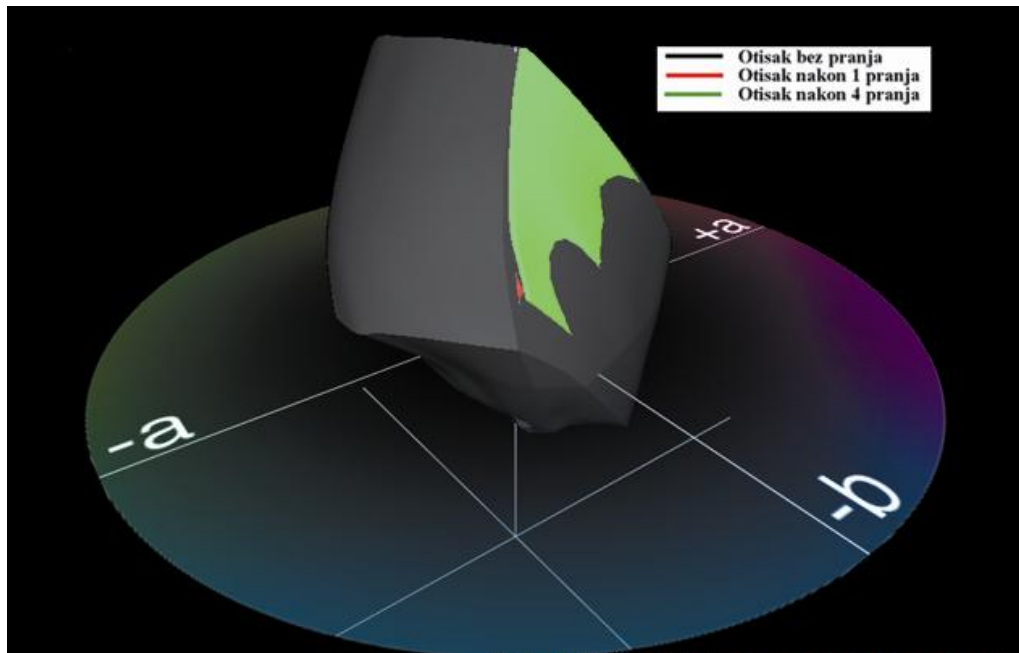
Usporedbom referentnih otisaka bez pranja i otisaka nakon prvog pranja, najveće promjene u obojenju su vidljive kod: crne ( $\Delta E_{K1-K5}=7,96$ ), zelene ( $\Delta E_{G1-G5}=4,38$ ) i cijana ( $\Delta E_{C1-C5}=3,19$ ); nešto manje promjene kromatičnosti su vidljive kod: ljubičaste ( $\Delta E_{LJ1-LJ5}=2,86$ ), žute boje ( $\Delta E_{Y1-Y5}=1,57$ ), crvene ( $\Delta E_{R1-R5}=1,48$ ); najmanje promjene u kromatičnosti imaju siva ( $\Delta E_{S1-S5}=1,19$ ) i magenta ( $\Delta E_{M1-M5}=0,91$ ). Nakon četvrtog pranja, najveće promjene u obojenju u odnosu na referentni uzorak su vidljive kod: crne ( $\Delta E_{K1-K9}=10,71$ ) i ljubičaste ( $\Delta E_{LJ1-LJ9}=6,55$ ); nešto manje promjene obojenja imaju: zelena ( $\Delta E_{G1-G9}=5,79$ ), siva ( $\Delta E_{S1-S9}=5,78$ ) cijan ( $\Delta E_{C1-C9}=4,21$ ) i magenta ( $\Delta E_{M1-M9}=3,59$ ); najmanje promjene su kod: žute ( $\Delta E_{Y1-Y9}=3,19$ ) i crvene boje ( $\Delta E_{R1-R9}=3,02$ ).



Slika 37. Mikroskopske fotografije (uvećane 50x) direktnih otisaka punih tonova bez UV laka; bez pranja i nakon četvrtog pranja

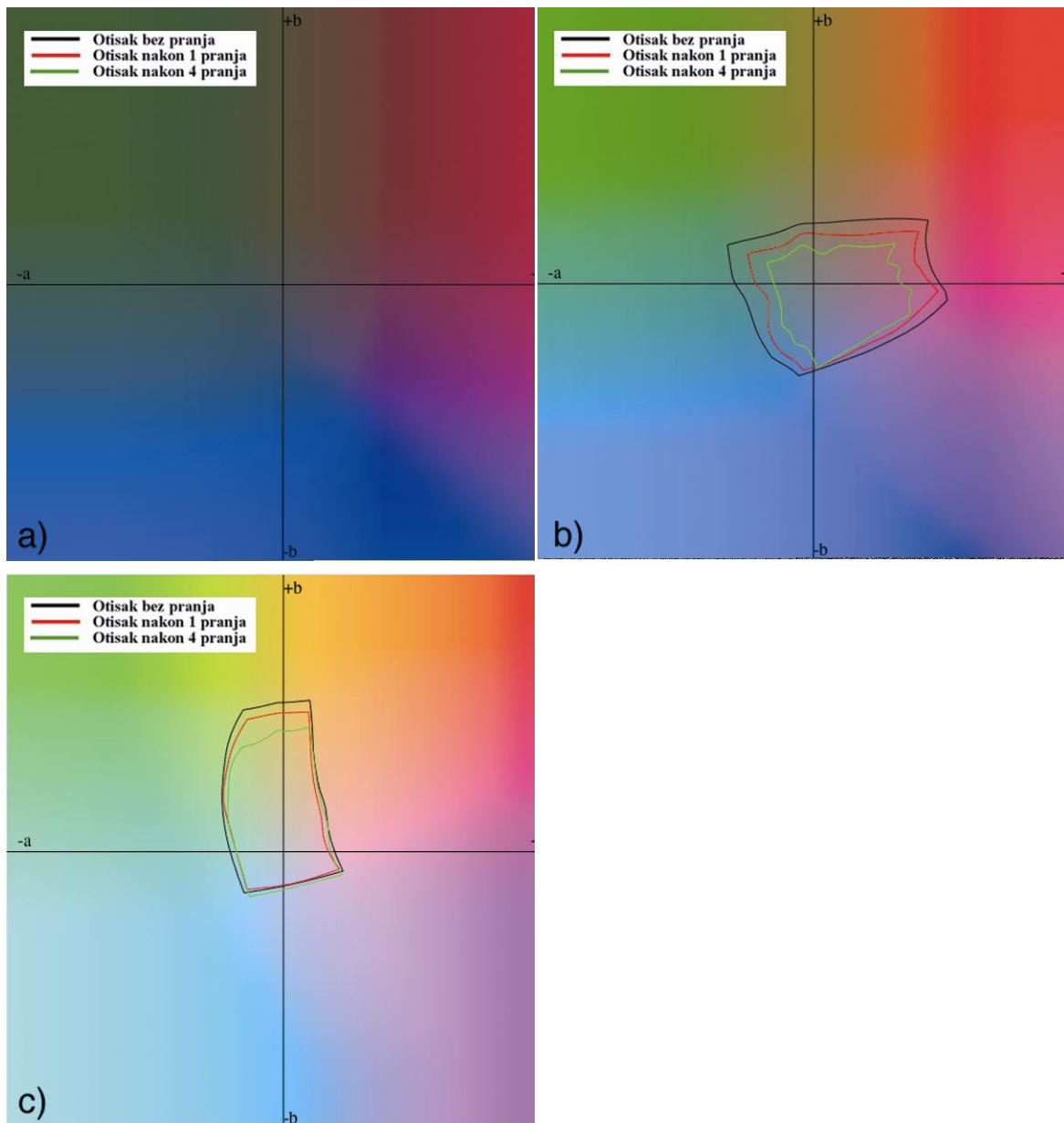
Uvećanim prikazom (Slika 37.) karakterističnih uzoraka procesnih boja direktno otisnutih bez UV sušućeg laka, nakon četiri ispitivanja na postojanost obojenja pri pranju, primjećuju se veće promjene u obojenju u odnosu na referentni uzorak. Nastale su velike promjene na tekstualnim elementima pogotovo na njihovim rubnim dijelovima, najmanji tekstualni elementi su slabo vidljivi. Prilikom pranja došlo je do ispiranja kako bojila tako i sitnih nedovoljno fiksiranih vlaknaca pamuka što je vidljivo na izraženoj strukturi pamučne tkanine.

Uspoređeni su uzorci nastali direktnim otiskivanjem na pamučnu tkaninu s



Slika 38. 3D gamut direktnih otisaka s UV sušećim lakom; bez pranja, nakon prvog i četvrtog pranja

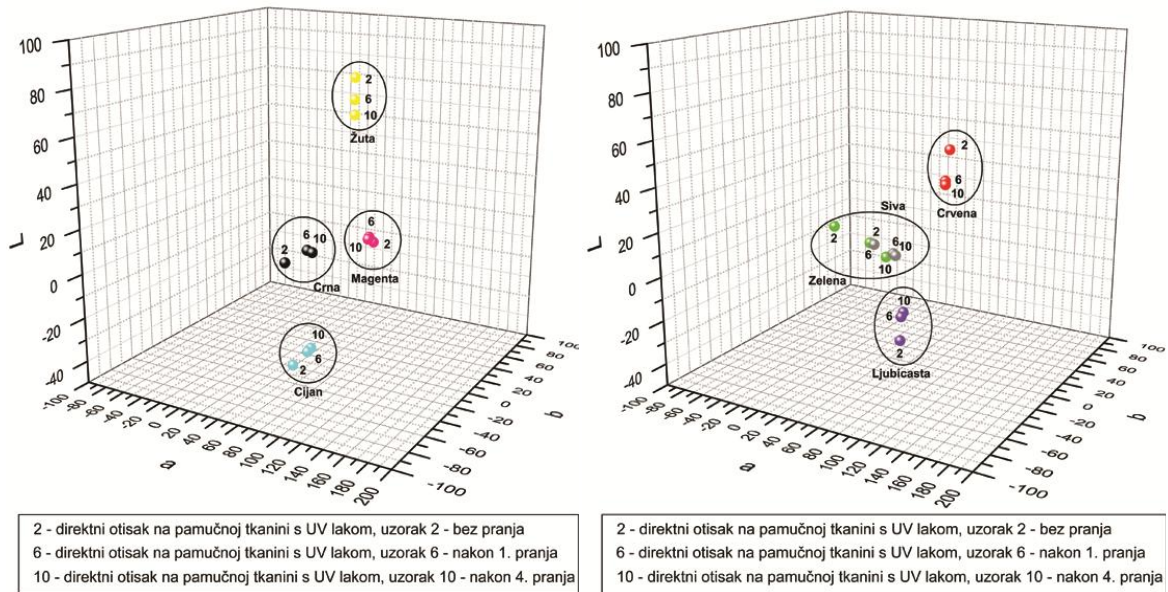
upotrebom UV sušećeg laka; na uzorku bez pranja postignut je prostorni volumen vrijednosti  $V_2=488,630$ , na uzorku nakon prvog pranja postignut je prostorni volumen vrijednost  $V_6=384,901$ , a na uzorku nakon četvrtog pranja prostorni volumen ima vrijednost  $V_{10}=318,439$ . Vidljiv je pad vrijednosti volumena na uzorcima s upotrebom UV laka  $\Delta V_{10-2}=-170,191$ , gdje sloj UV sušećeg laka nije uspio zaštititi otisnuto bojilo na uzorcima od ispiranja.



Slika 39. a), b) c) 2D presjek gamuta direktnih otisaka s UV sušećim lakom; bez pranja, nakon prvog i četvrtog pranja u tri karakteristična područja: a)  $L=20$ , b)  $L=50$ , c)  $L=80$

Promatrani su karakteristični presjeci gamuta kod otisaka s UV sušećim lakom: bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja pri svjetlini ( $L=20$ ,  $L=50$ ,  $L=80$ ), u tamnijem presjeku ( $L=20$ ) nema očitanih vrijednosti. U srednjem karakterističnom presjeku gamuta ( $L=50$ ), izrazito su vidljive promjene između otisaka bez pranja i nakon prvog i četvrtog pranja u svim smjerovima, najviše u zelenom području (na koordinati  $-a$ ) i u žutom (na koordinati  $+b$ ), ali i u crvenom (na koordinati  $+a$ ) te u plavom području (na koordinati  $-b$ ). U najsvjetlijem

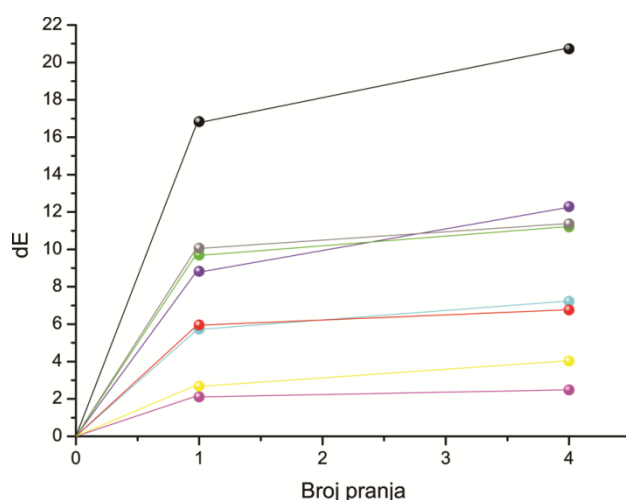
presjeku gamuta (L=80), najveće promjene između otisaka su vidljive u žutom području (na koordinati +b) te manje promjene u svim ostalim područjima. Velike promjene u kolornoj reprodukciji su posljedica ispiranja pigmenata sa pamučne tkanine prilikom ispitivanja uzoraka na postojanost obojenja pri pranju.



Slika 40. a), b) CIE Lab dijagram direktnih otisaka punih tonova s UV sušućim lakom; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

Direktno otisnuti uzorci na pamučnu tkaninu s UV sušućim lakom uspoređeni sa referentnim otiskom bez pranja i otisaka nakon prvog pranja, najveći pad svjetline desit će se kod crne ( $\Delta L_{K2-K6}=-13,98$ ), sive ( $\Delta L_{S2-S6}=-8,83$ ) i ljubičaste ( $\Delta L_{LJ2-LJ6}=-6,95$ ); nešto manji pad vrijednosti svjetline vidljiv je za: zelenu ( $\Delta L_{G2-G6}=-3,90$ ), cijan ( $\Delta L_{C2-C6}=-2,23$ ) i crvenu ( $\Delta L_{R2-R6}=-0,48$ ); dok će rast vrijednosti svjetline biti kod: magente ( $\Delta L_{M2-M6}=1,10$ ) i žute ( $\Delta L_{Y2-Y6}=1,26$ ). Nakon četvrtog pranja, i dalje najviše gubitaka u svjetlini će se opet dogoditi kod: crne ( $\Delta L_{K2-K10}=-18,20$ ), sive ( $\Delta L_{S2-S10}=-10,65$ ) i ljubičaste ( $\Delta L_{LJ2-LJ10}=-10,29$ ); manji pad vrijednosti svjetline bit će vidljiv za: zelenu ( $\Delta L_{G2-G10}=-4,95$ ), cijan ( $\Delta L_{C2-C10}=-3,67$ ), crvenu ( $\Delta L_{R2-R10}=-1,76$ ) i magentu ( $\Delta L_{M2-M10}=-0,58$ ); rast vrijednosti svjetline vidljivi su samo kod: žute ( $\Delta L_{Y2-Y10}=1,24$ ).

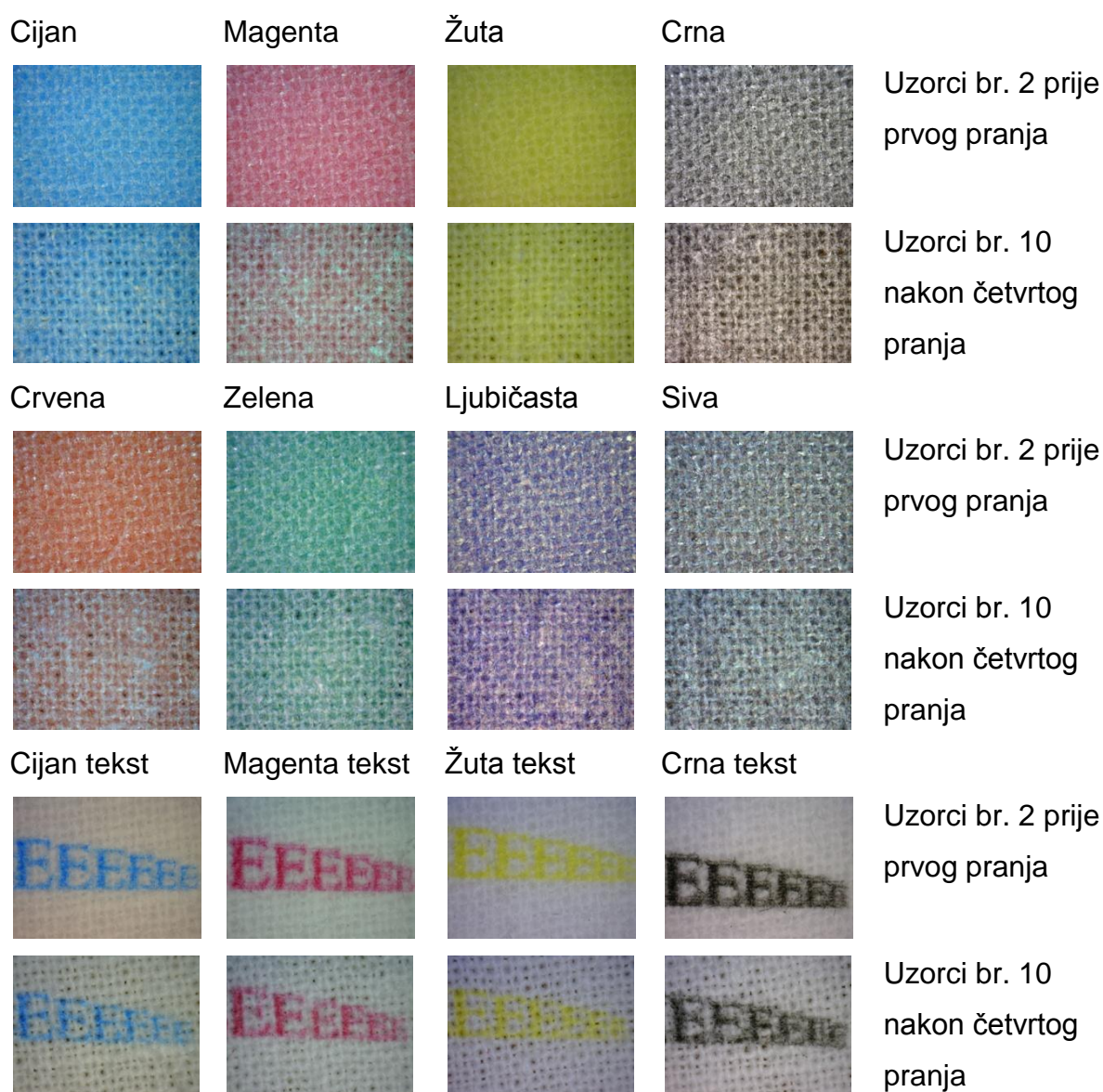
Najizraženije promjene kromatičnosti nakon prvog pranja su kod zelene ( $\Delta C_{G2-G6}=8,88$ ); nešto manje promjene će biti kod: crne ( $\Delta L_{K2-K6}=6,25$ ), ljubičaste ( $\Delta C_{LJ2-LJ6}=4,89$ ) i sive ( $\Delta C_{S2-S6}=4,17$ ); dok će se najmanje promjene u kromatičnosti desiti kod: crvene ( $\Delta C_{R2-R6}=3,16$ ), cijana ( $\Delta C_{C2-C6}=3,15$ ), žute ( $\Delta C_{Y2-Y6}=2,18$ ), i magente ( $\Delta C_{M2-M6}=1,29$ ). Promjene u kromatičnosti nakon četvrtog pranja su najvidljivije i dalje kod zelene ( $\Delta C_{G2-G10}=10,06$ ); nešto manje promjene su kod: ljubičaste ( $\Delta C_{LJ2-LJ10}=6,06$ ), crne ( $\Delta L_{K2-K10}=5,65$ ), cijana ( $\Delta C_{C2-C10}=3,93$ ), crvene ( $\Delta C_{R2-R10}=3,78$ ), žute ( $\Delta C_{Y2-Y10}=3,76$ ) i sive ( $\Delta C_{S2-S10}=3,75$ ); dok je najmanju promjenu u kromatičnosti imala magente ( $\Delta C_{M2-M10}=2,19$ ).



Slika 41.  $\Delta E$  direktnih otisaka punih tonova s UV sušećim lakom; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

Usporedbom referentnih otisaka bez pranja i otisaka nakon prvog pranja, najveće promjene u boji su vidljive kod: crne ( $\Delta E_{K2-K6}=16,84$ ), sive ( $\Delta E_{S2-S6}=10,07$ ) i zelene ( $\Delta E_{G2-G6}=9,71$ ); nešto manje promjene vidljive su kod: ljubičaste ( $\Delta E_{LJ2-LJ6}=8,84$ ), crvene ( $\Delta E_{R2-R6}=5,96$ ) i cijana ( $\Delta E_{C2-C6}=5,75$ ); najmanje promjene su bile za: žutu ( $\Delta E_{Y2-Y6}=2,70$ ) i magentu ( $\Delta E_{M2-M6}=2,11$ ). Nakon četvrtog pranja, najveće promjene u boji u odnosu na referentni uzorak su vidljive kod: crne ( $\Delta E_{K2-K10}=20,73$ ) i ljubičaste ( $\Delta E_{LJ2-LJ10}=12,30$ ); manje promjene su vidljive kod: sive ( $\Delta E_{S2-S10}=10,07$ ), zelene ( $\Delta E_{G2-G10}=9,71$ ), cijana ( $\Delta E_{C2-C10}=7,23$ ) i crvene ( $\Delta E_{R2-R10}=5,96$ ); a najmanje promjene za žutu boju ( $\Delta E_{Y2-Y10}=4,03$ ) i magentu ( $\Delta E_{M2-M10}=2,49$ ).

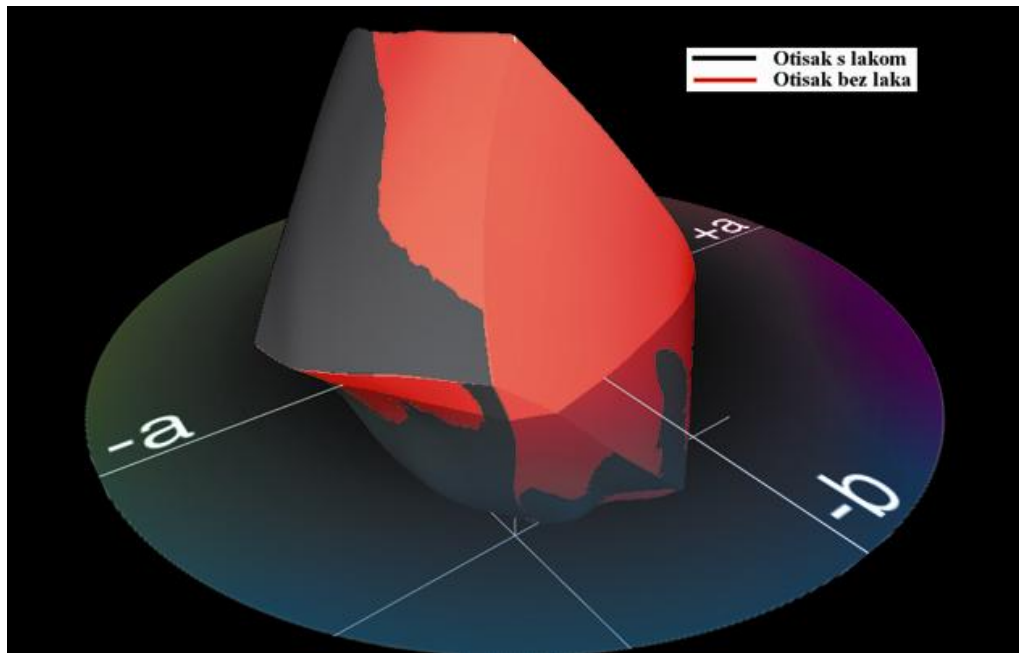




Slika 42. Mikroskopske fotografije (uvećane 50x) direktnih otisaka punih tonova s UV lakom; bez pranja i nakon četvrtog pranja

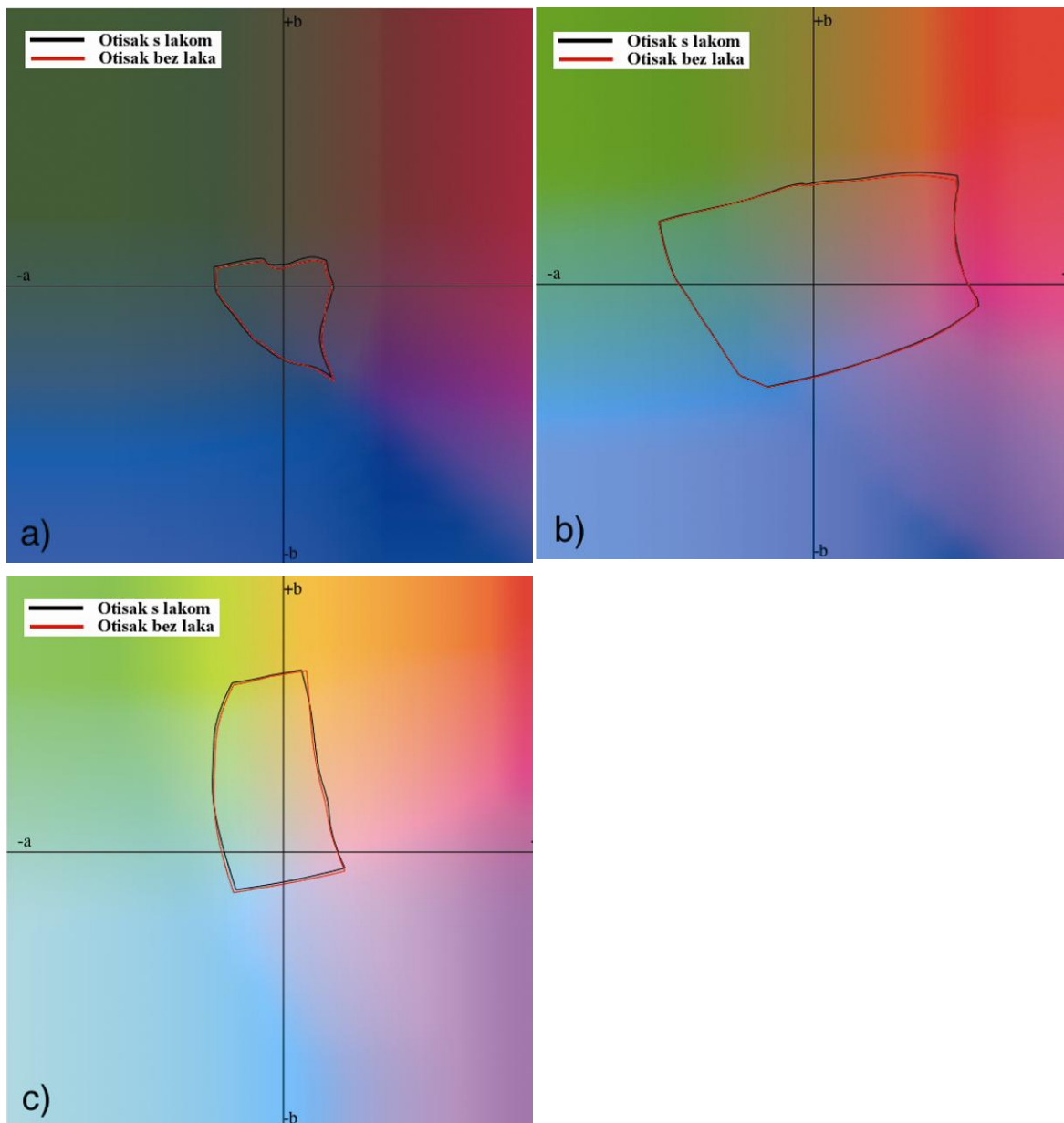
Uvećanim prikazom (Slika 42.) karakterističnih uzoraka procesnih boja direktno otisnutih s UV sušećim lakom, nakon četiri ispitivanja na postojanost obojenja pri pranju primjećuju se veće promjene u obojenju. Nastale su velike promjene na tekstualnim elementima pogotovo na njihovim rubnim dijelovima. UV sušeći lak nije uspio zaštititi i zadržati bojilo na tkanini te je prilikom pranja došlo do ispiranja kako bojila tako i sitnih nedovoljno fiksiranih vlakana pamuka što je vidljivo na izraženoj strukturi pamučne tkanine.

Direktnim otiskivanjem na transfernu foliju bez upotrebe UV sušećeg laka,



Slika 43. 3D gamut otisnutih folija za transferni tisak bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom

postignut je prostorni volumen vrijednosti  $V_F=941,344$ , dok je direktnim otiskivanjem na transfernu foliju uz upotrebu UV sušećeg laka postignut prostorni volumen vrijednost  $V_{FL}=955,573$ . Vidljiv je rast vrijednosti volumena pri upotrebi UV sušećeg laka  $\Delta V_{FL-F}=14,229$  gdje je UV sušeći lak pogodovao boljem obojenju i povećanju vrijednosti gamuta.

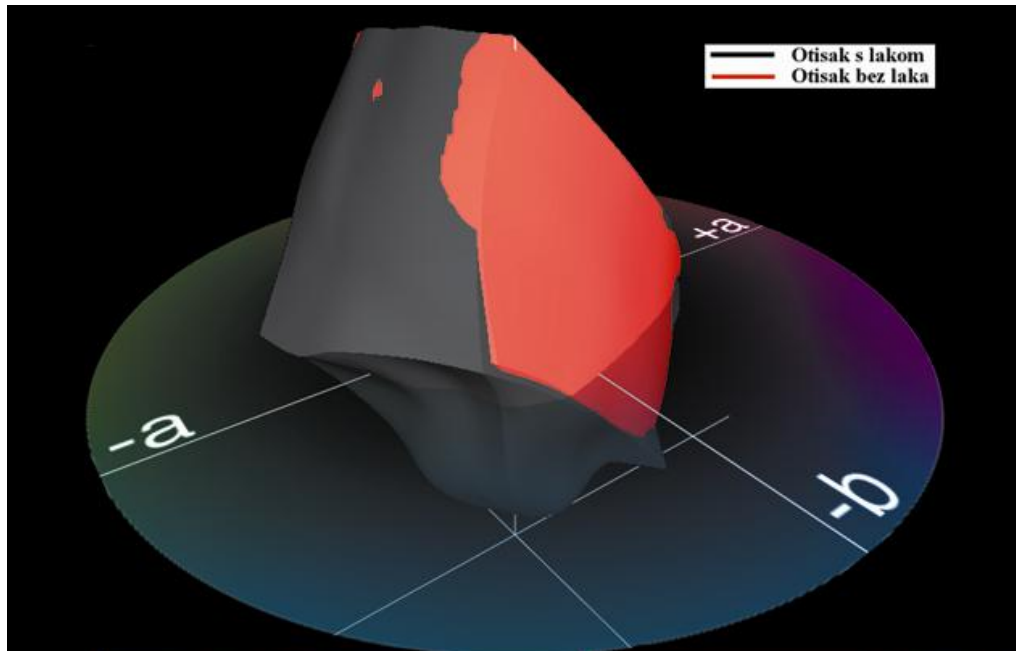


Slika 44. a), b), c) 2D presjek gamuta otisnute transferne folije bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom u tri karakteristična područja: a)  $L=20$ , b)  $L=50$ , c)  $L=80$

Promatrani su karakteristični presjeci gamuta otisnute transferne folije pri svjetlini ( $L=20$ ,  $L=50$ ,  $L=80$ ). U tamnijem presjeku ( $L=20$ ), osim u žutom (na koordinati  $+b$ ) i crvenom području (na koordinati  $+a$ ) nema očitih razlika između otisnute folije za transforni tisak bez UV sušećeg laka i s UV lakom. U srednjem karakterističnom presjeku gamuta ( $L=50$ ), najvidljivija razlika je u crvenom području (na koordinati  $+a$ ) dok se u u ostalim područjima vrijednosti gotovo poklapaju. U najsvjetlijem presjeku gamuta ( $L=80$ ), jedva uočljive razlike

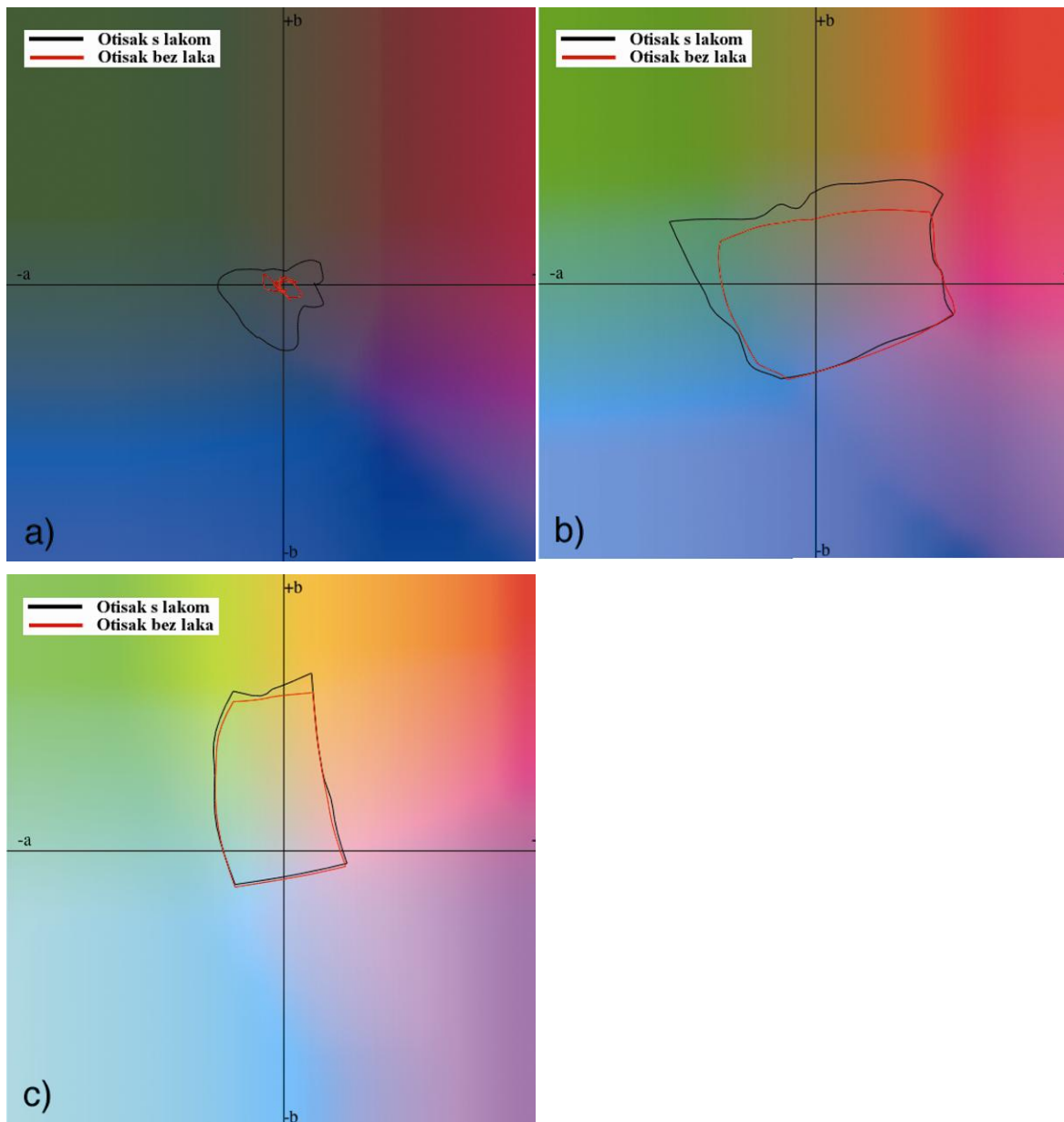
između otisaka su vidljive u žutom području (na koordinati +b) te manje promjene u plavom i ljubičastom području (na koordinati -b).

Nakon indirektnog otiskivanja na pamučnu tkaninu bez upotrebe UV laka, bez



Slika 45. 3D gamut indirektno otisnutih bez UV laka i sa UV lakom bez pranja

pranja postignut je prostorni volumen vrijednosti  $V_3=602,032$ , dok je indirektnim otiskivanjem na pamučnu tkaninu uz upotrebu UV laka postignut prostorni volumen vrijednost  $V_4=799,121$ . Vidljiv je rast vrijednosti volumena pri upotrebi UV sušeceg laka  $\Delta V_{4-3}=197,089$  gdje je UV lak pogodovao boljem obojenju, povećanju vrijednosti gamuta i inteziteta boja.

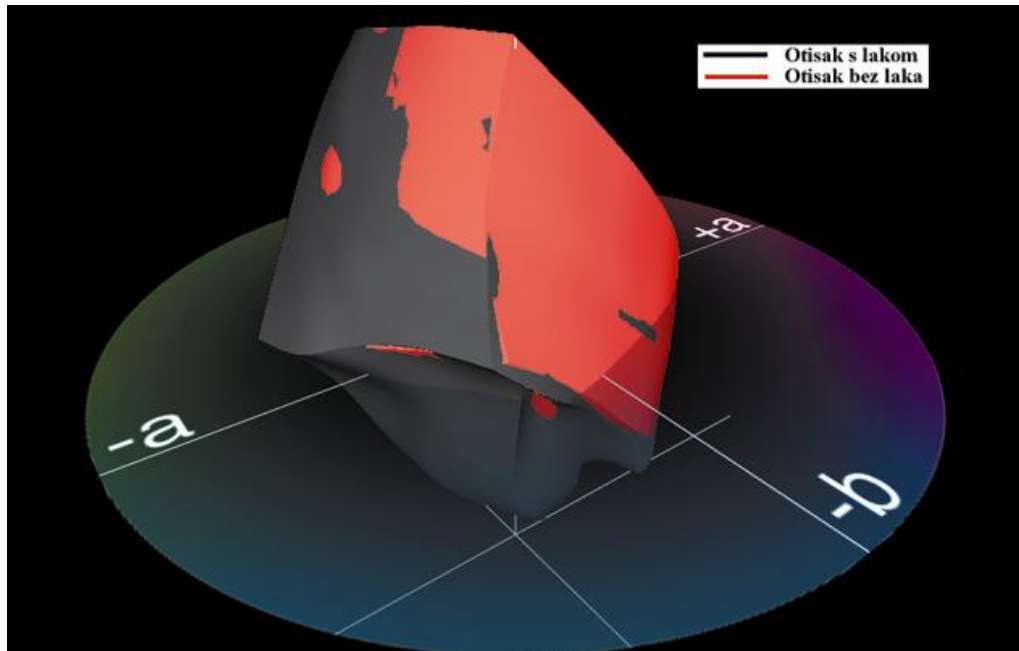


Slika 46. a), b), c) 2D presjek gamuta indirektnih otisaka s UV sušećim lakom i bez UV sušećeg laka bez pranja u tri karakteristična područja: a)  $L=20$ , b)  $L=50$ , c)  $L=80$

Promatrani su karakteristični presjeci gamuta indirektno otisnute transferne folije na pamučnu tkaninu bez pranja pri svjetlini ( $L=20$ ,  $L=50$ ,  $L=80$ ). U tamnijem presjeku ( $L=20$ ), izrazito su vidljive razlike u vrijednostima između otisaka s UV sušećim lakom i bez laka u svim područjima, osobito u zelenom (na koordinati  $-a$ ) i plavom području (na koordinati  $-b$ ). U srednjem karakterističnom presjeku gamuta ( $L=50$ ), najveće razlike su u crvenom (na koordinati  $+a$ ), žutom (na koordinati  $+b$ ) i zelenom području (na koordinati  $-a$ ). U najsvjetlijem presjeku gamuta ( $L=80$ ), najvidljivije razlike između otisaka su u

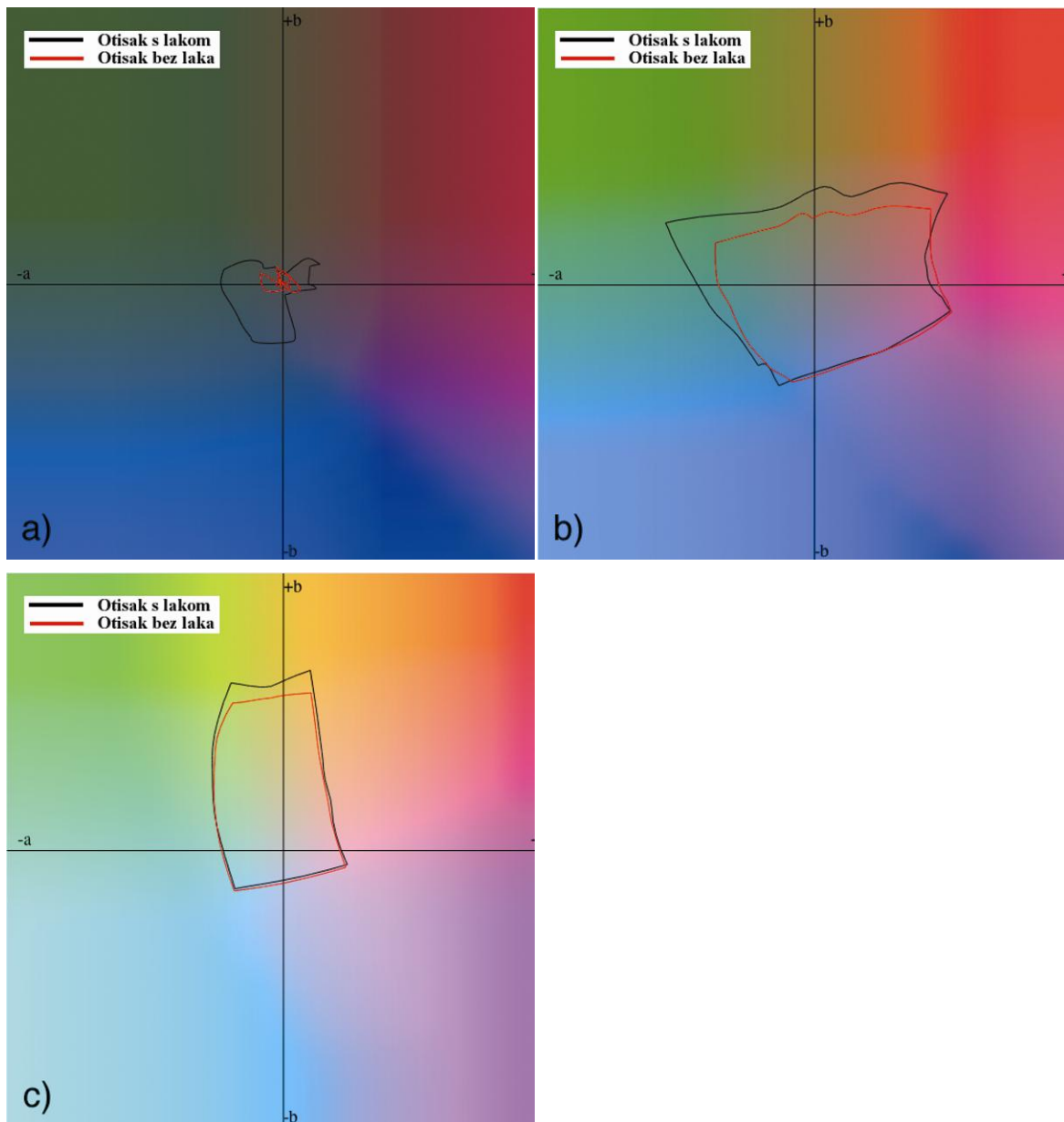
žutom području (na koordinati +b) i nešto manje u zelenom području (na koordinati -a).

Nakon prvog ispitivanja uzoraka na postojanost obojenja pri pranju indirektni



Slika 47. 3D gamut indirektnog otiska bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom nakon prvog pranja

otisci na pamučnoj tkanini bez upotrebe UV sušećeg laka, postignut je prostorni volumen vrijednosti  $V_7=609,747$ , dok je indirektnim otiskivanjem na pamučnu tkaninu uz upotrebu UV sušećeg laka postignut prostorni volumen vrijednost  $V_8=796,441$ . Vidljiv je rast vrijednosti volumena pri upotrebi UV sušećeg laka  $\Delta V_{8-7}=186,694$  gdje je UV lak pogodovao boljem obojenju, povećanju vrijednosti gamuta i inteziteta boja.

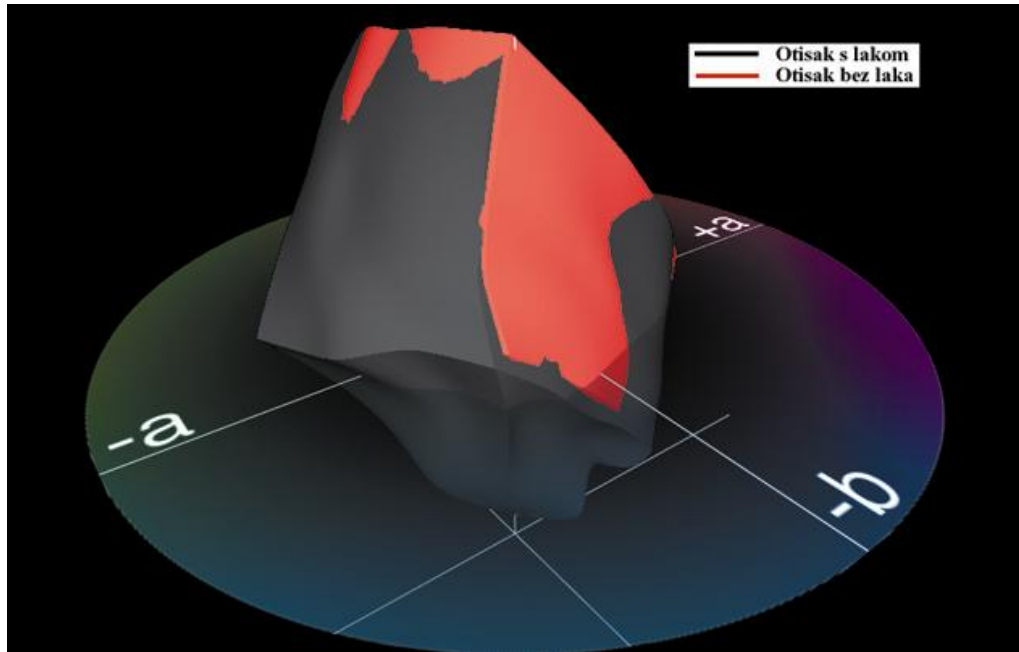


Slika 48. 2D presjek gamuta indirektnih otisaka s UV sušećim lakom i bez UV sušećeg laka nakon prvog pranja u tri karakteristična područja: a)  $L=20$ , b)  $L=50$ , c)  $L=80$

Promatrani su karakteristični presjeci gamuta indirektno otisnute transferne folije na pamučnu tkaninu nakon prvog pranja pri svjetlini ( $L=20$ ,  $L=50$ ,  $L=80$ ). Između otisaka bez UV sušećeg laka u odnosu na otiske s UV sušećim lakom, u tamnijem presjeku ( $L=20$ ), izrazito su vidljive razlike u vrijednostima u svim područjima, osobito u zelenom (na koordinati  $-a$ ) i plavom području (na koordinati  $-b$ ). U srednjem karakterističnom presjeku gamuta ( $L=50$ ), najveće razlike su u crvenom (na koordinati  $+a$ ), žutom (na koordinati  $+b$ ) i zelenom području (na koordinati  $-a$ ). U najsvjetlijem presjeku gamuta ( $L=80$ ), najvidljivije

razlike između otisaka su u žutom području (na koordinati +b) i nešto manje u zelenom području (na koordinati -a).

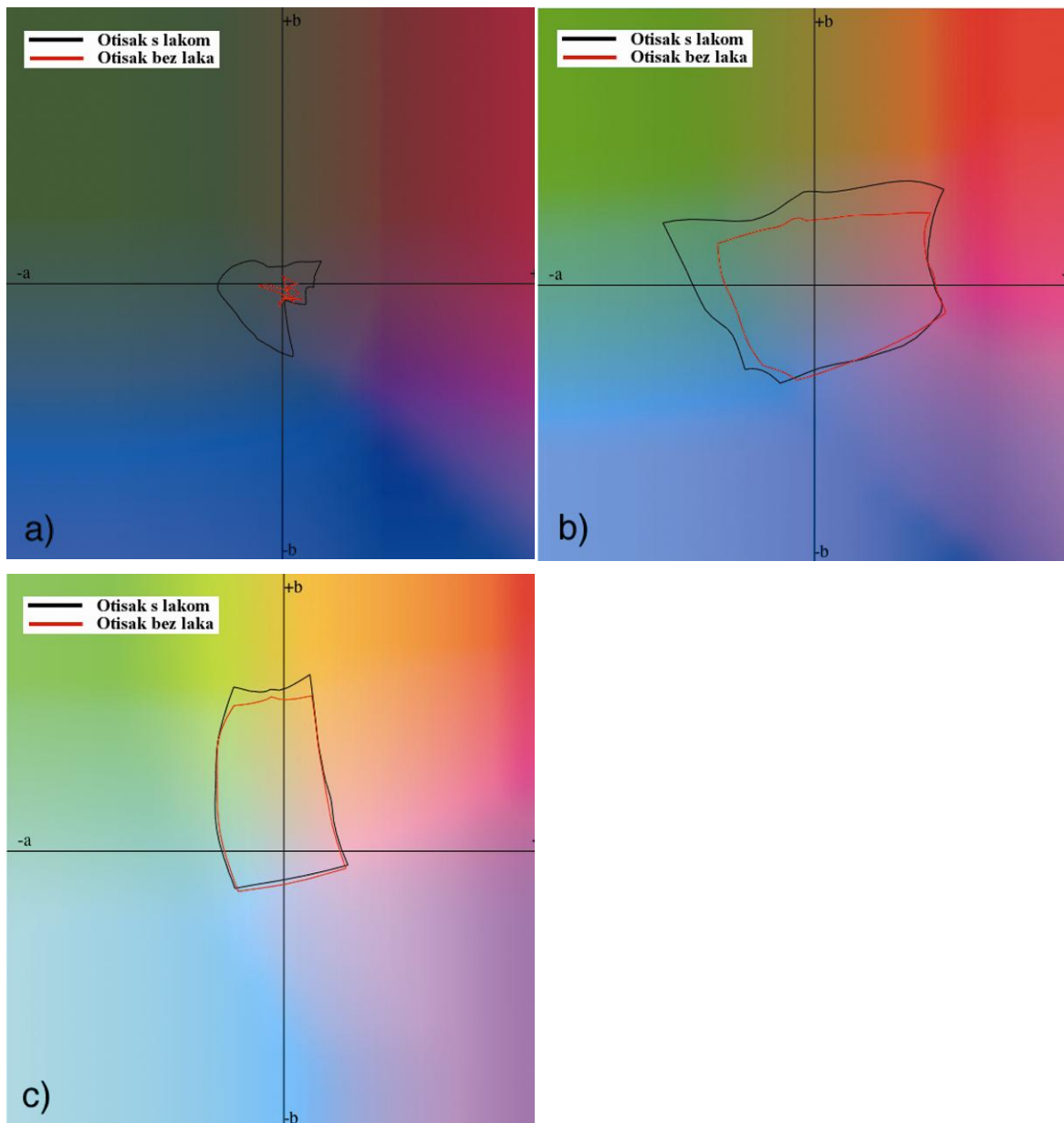
Nakon četvrtog ispitivanja uzoraka na postojanost obojenja Indirektnih otisaka



Slika 49. 3D gamut indirektnih otisaka bez UV laka i s UV lakom nakon četvrtog pranja

na pamučnu tkaninu bez upotrebe UV sušećeg laka, nakon četvrtog pranja postignut je prostorni volumen vrijednosti  $V_{11}=568,094$ , dok je indirektnim otiskivanjem na pamučnu tkaninu uz upotrebu UV sušećeg laka postignut prostorni volumen vrijednost  $V_{12}=799,262$ . Vidljiv je rast vrijednosti volumena pri upotrebi UV sušećeg laka  $\Delta V_{12-11}=231,168$  gdje je UV sušeći lak izrazito pogodovao boljem obojenju i povećanju vrijednosti gamuta.



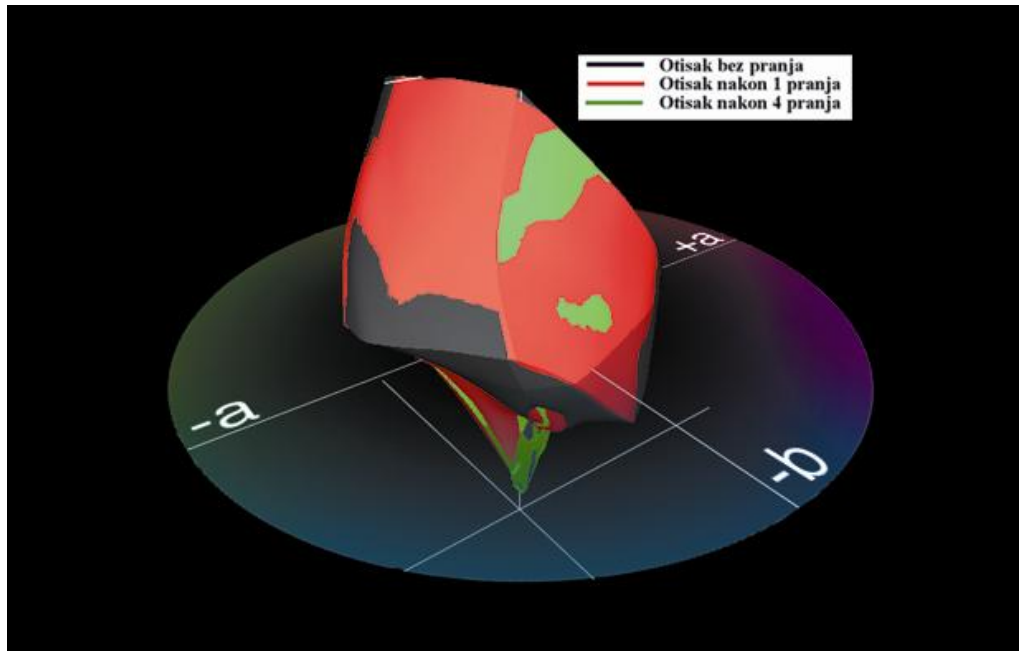


Slika 50. a), b), c) 2D presjek gamuta indirektnih otisaka bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom nakon četvrtog pranja u tri karakteristična područja: a)  $L=20$ , b)  $L=50$ , c)  $L=80$

Promatrani su karakteristični presjeci gamuta indirektno otisnute transferne folije na pamučnu tkaninu nakon prvog pranja pri svjetlini ( $L=20$ ,  $L=50$ ,  $L=80$ ). U tamnijem presjeku ( $L=20$ ), izrazito su vidljive razlike u vrijednostima između otisaka u svim područjima, osobito u zelenom (na koordinati  $-a$ ) i plavom području (na koordinati  $-b$ ). U srednjem karakterističnom presjeku gamuta ( $L=50$ ), najveće razlike su u crvenom (na koordinati  $+a$ ), žutom (na koordinati  $+b$ ) i zelenom području (na koordinati  $-a$ ). U najsvjetlijem presjeku gamuta ( $L=80$ ), najvidljivije razlike između otisaka su u žutom području (na koordinati

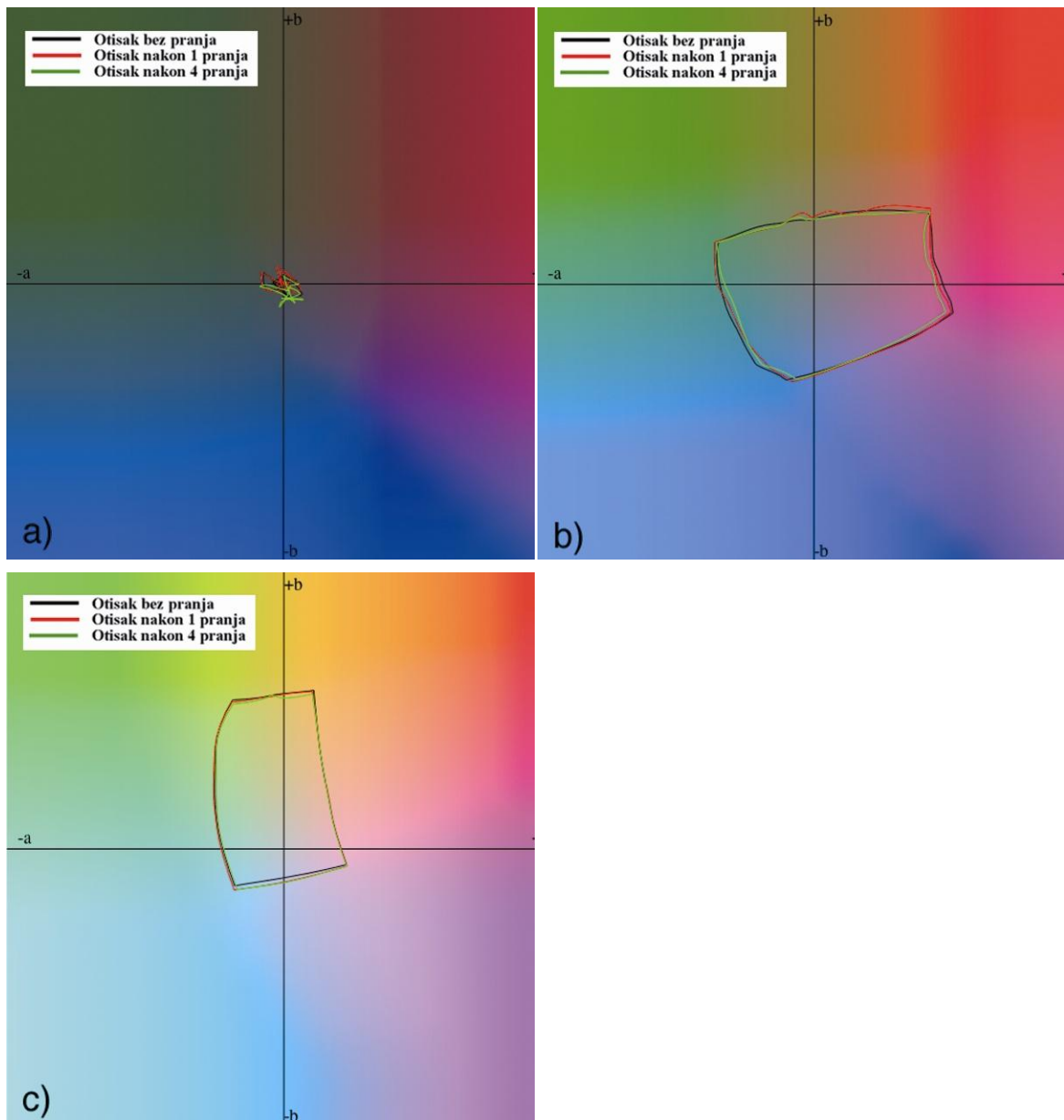
+b) a nešto manje u zelenom (na koordinati  $-a$ ) i plavom (na koordinati  $-b$ ) području.

Indirektnim otiskivanjem na pamučnu tkaninu bez upotrebe UV sušećeg laka,



Slika 51. 3D gamut indirektnih otisaka bez UV sušećeg laka; bez pranja, nakon prvog i četvrtog pranja

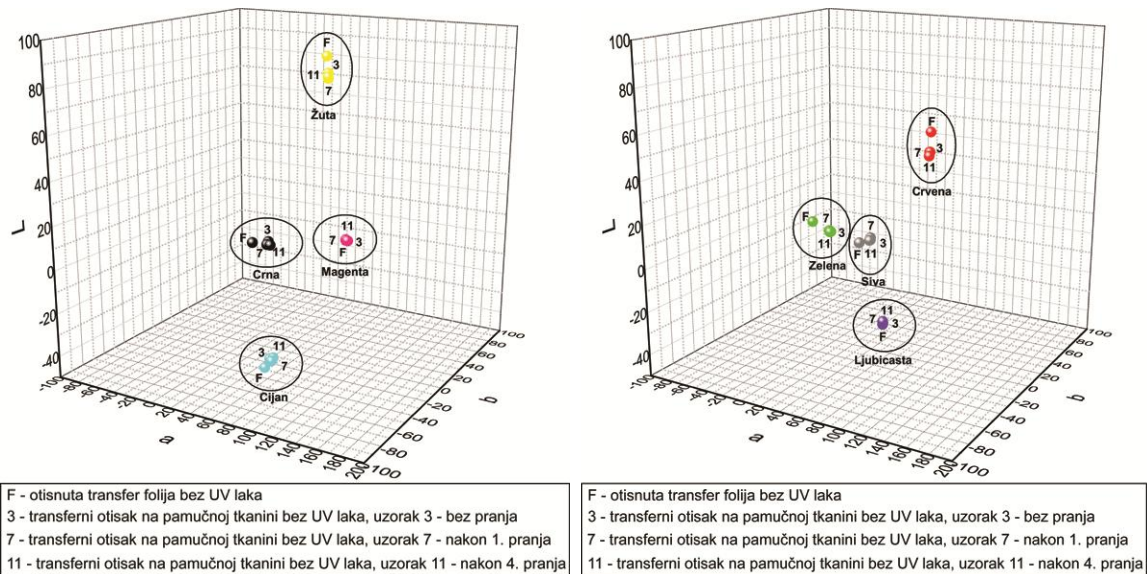
na uzorku koji nije podvrgnut pranju postignut je prostorni volumen vrijednosti  $V_3=602,032$ , na uzorku nakon prvog pranja postignut je prostorni volumen vrijednost  $V_7=609,747$ , a na uzorku nakon četvrtog pranja prostorni volumen ima vrijednost  $V_{11}=568,094$ . Vidljiv je blagi pad vrijednosti volumena na uzorcima bez upotrebe UV sušećeg laka  $\Delta V_{11-3}=-33,938$ , gdje je došlo do blagog ispiranja nefiksiranih čestica pigmenta bojila.



Slika 52. a), b), c) 2D presjek gamuta indirektnih otisaka bez UV sušećeg laka; bez pranja, nakon prvog i četvrtog pranja u tri karakteristična područja: a)  $L=20$ , b)  $L=50$ , c)  $L=80$

Promatrani su karakteristični presjeci gamuta kod indirektnog otisaka bez UV sušećeg laka: bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja pri svjetlini ( $L=20$ ,  $L=50$ ,  $L=80$ ). U tamnijem presjeku ( $L=20$ ) manje promjene u vrijednostima između uzorka bez pranja i nakon prvog pranja u zelenom (na koordinati  $-a$ ) i u žutom (na koordinati  $+b$ ) području, dok su promjene nakon četvrtog pranja vidljive u zelenom (na koordinati  $-a$ ) i plavom (na koordinati  $-b$ ) području. U srednjem karakterističnom presjeku gamuta ( $L=50$ ), uočavaju se manje promjene vrijednosti između otisaka bez pranja i nakon prvog i četvrtog pranja u

svim smjerovima, najizraženije su u crvenom (na koordinati +a) i u plavom (na koordinati -b) području. U najsvjetlijem presjeku gamuta (L=80), manje promjene su vidljive u svim područjima a najvidljivije su u žutom (na koordinati +b) te u plavom (na koordinati -b) području.

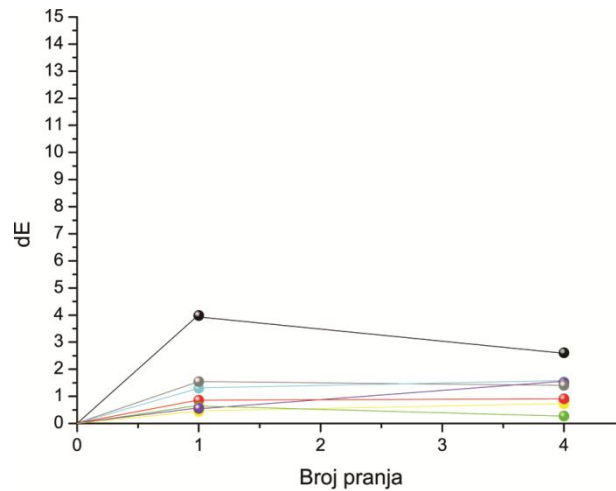


Slika 53. a), b) CIE Lab dijagram indirektnih otisaka punih tonova bez UV sušecjeg laka; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

Usporedbom referentnog uzorka sa uzorkom nakon prvog pranja, najveći pad svjetline desit će se kod crne ( $\Delta L_{K3-K7}=-2,46$ ), i; nešto manji pad vrijednosti svjetline bit će kod: magente ( $\Delta L_{M3-M7}=-0,26$ ), ljubičaste ( $\Delta L_{LJ3-LJ7}=-0,14$ ) i sive ( $\Delta L_{S3-S7}=-0,11$ ); i dok će rast vrijednosti svjetline biti kod: cijana ( $\Delta L_{C3-C7}=0,03$ ), zelene ( $\Delta L_{G3-G7}=0,55$ ) i crvene ( $\Delta L_{R3-R7}=0,58$ ) dok kod žute ( $\Delta L_{Y3-Y7}=0,00$ ) neće biti promjena u svjetlini. Nakon četvrtog pranja, i dalje najveće gubitka u svjetlini će se opet desiti kod: crne ( $\Delta L_{K3-K11}=-1,89$ ), ljubičaste ( $\Delta L_{LJ3-LJ11}=-1,33$ ) i sive ( $\Delta L_{S3-S11}=-1,18$ ); malo manji pad vrijednosti svjetline bit će vidljiv za: magentu ( $\Delta L_{M3-M11}=-0,67$ ) i cijan ( $\Delta L_{C3-C11}=-0,57$ ); rast vrijednosti svjetline bit će kod: zelene ( $\Delta L_{G3-G11}=0,06$ ), crvenu ( $\Delta L_{R3-R11}=0,16$ ) i žutu ( $\Delta L_{Y3-Y11}=1,24$ ).

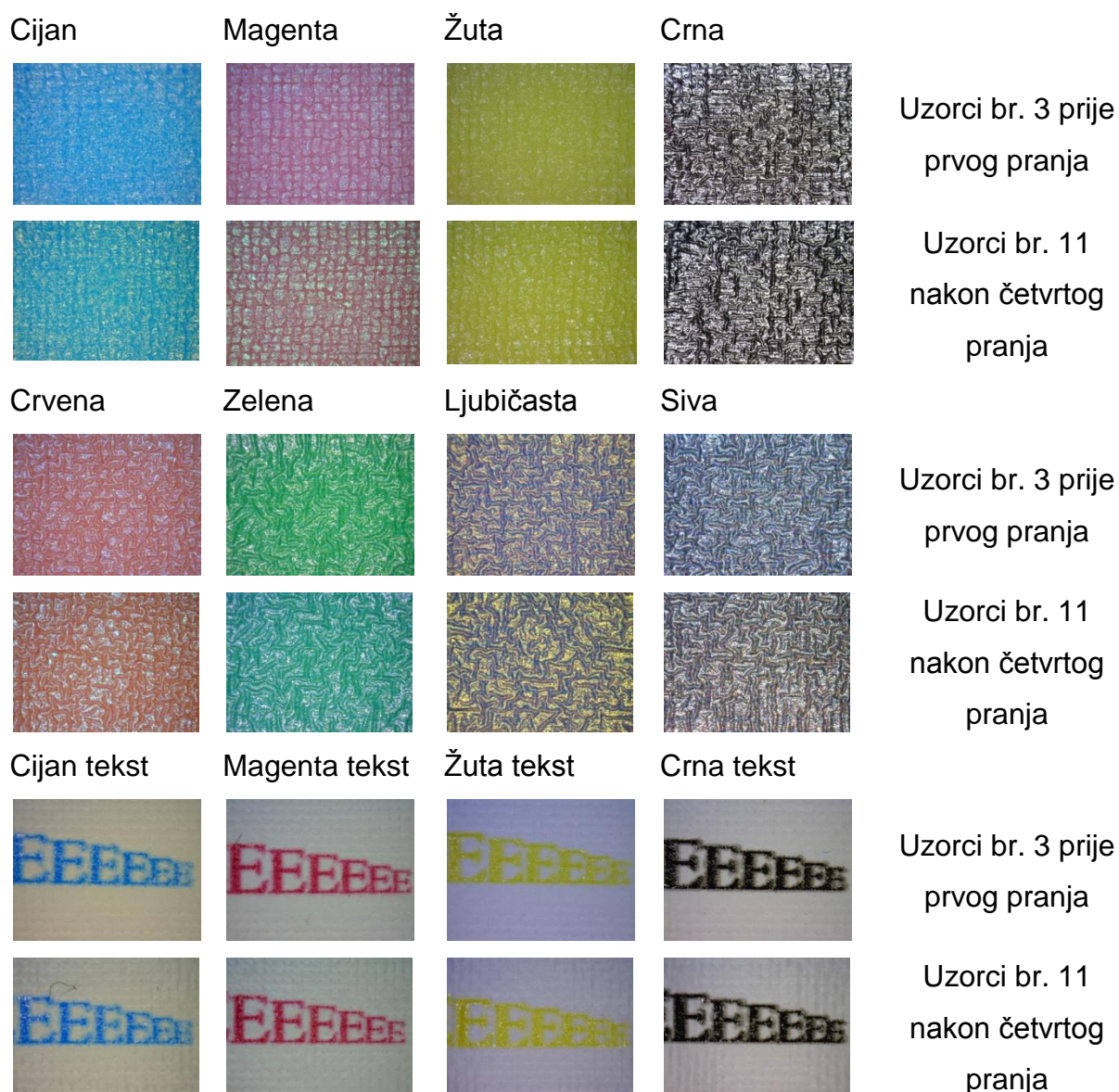
Najizraženije pad kromatičnosti nakon prvog pranja je kod crne ( $\Delta C_{K3-K7}=-2,02$ ); nešto manji pad vrijednosti će biti kod: sive ( $\Delta C_{S3-S7}=-1,54$ ), crvene ( $\Delta L_{R3-R7}=-$

0,25), zelene ( $\Delta C_{G3-G7}=-0,10$ ) i cijana ( $\Delta C_{C3-C7}=-0,05$ ); dok će rast vrijednosti kromatičnosti desiti kod: ljubičaste ( $\Delta C_{LJ3-LJ7}=0,01$ ), žute ( $\Delta C_{Y3-Y7}=0,33$ ) i magente ( $\Delta C_{M3-M7}=1,29$ ). Pad vrijednosti kromatičnosti nakon četvrtog pranja je vidljiv samo za crnu ( $\Delta C_{K3-K11}=-1,29$ ). Blagi rast kromatičnosti je u svim ostalim gdje najmanji rast kod zelene ( $\Delta C_{G3-G11}=0,24$ ) a najveći rast vrijednosti je kod ljubičaste ( $\Delta C_{LJ3-LJ11}=0,69$ ).



Slika 54.  $\Delta E$  indirektnih otisaka punih tonova bez UV sušećeg laka; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

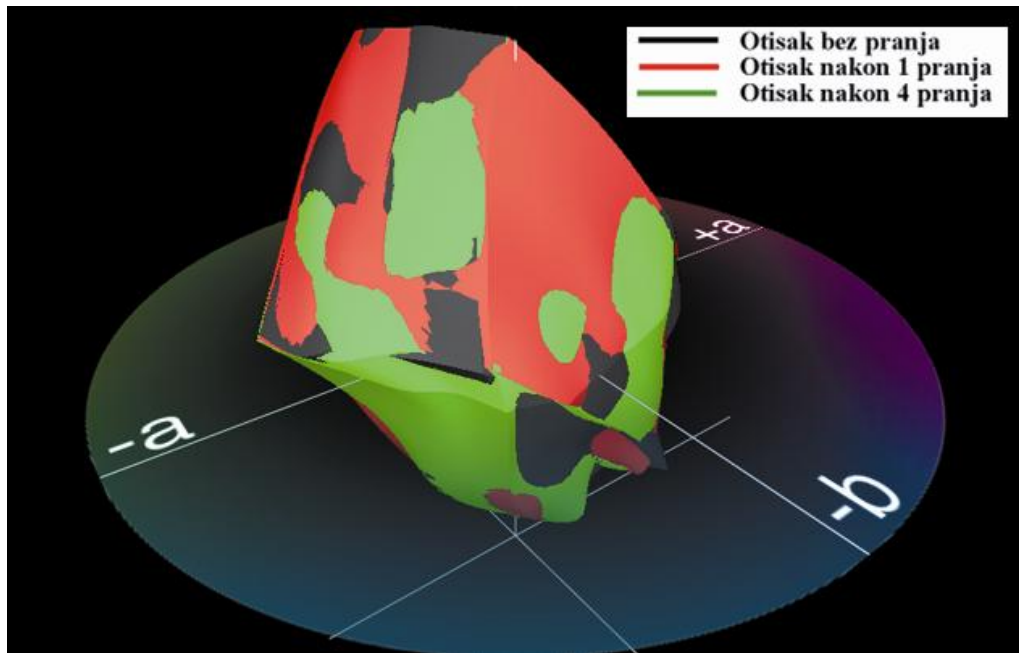
Usporebom referentnog indirektnog otiska na pamučnoj tkanini bez UV sušećeg laka, bez pranja i otiska nakon prvog pranja, gdje je najveća promjena u obojenju vidljiva kod: crne ( $\Delta E_{K3-K7}=3,99$ ); nešto manje promjene vidljive kod: sive ( $\Delta E_{S3-S7}=1,55$ ) i cijana ( $\Delta E_{C3-C7}=1,31$ ) i crvene ( $\Delta E_{R3-R7}=0,86$ ); najmanje promjene su vidljive kod: zelene ( $\Delta E_{G3-G7}=0,61$ ), ljubičaste ( $\Delta E_{LJ3-LJ7}=0,56$ ), magente ( $\Delta E_{M3-M7}=0,45$ ) i žute ( $\Delta E_{Y3-Y7}=0,45$ ). Nakon četvrtog pranja, najveće promjene u obojenju u odnosu na referentni uzorak je vidljiva za: crnu ( $\Delta E_{K3-K11}=2,61$ ), cijan ( $\Delta E_{C3-C11}=1,54$ ), ljubičastu ( $\Delta E_{LJ3-LJ11}=1,50$ ) i sivu ( $\Delta E_{S3-S11}=1,41$ ); nešto manje promjene su kod: crvene ( $\Delta E_{R3-R11}=0,91$ ), magente ( $\Delta E_{M3-M11}=0,85$ ), žute ( $\Delta E_{Y3-Y11}=0,73$ ) i zelene ( $\Delta E_{G3-G11}=0,28$ ).



Slika 55. Mikroskopske fotografije (uvećane 50x) indirektnih otisaka punih tonova bez UV sušećeg laka; bez pranja i nakon četvrtog pranja

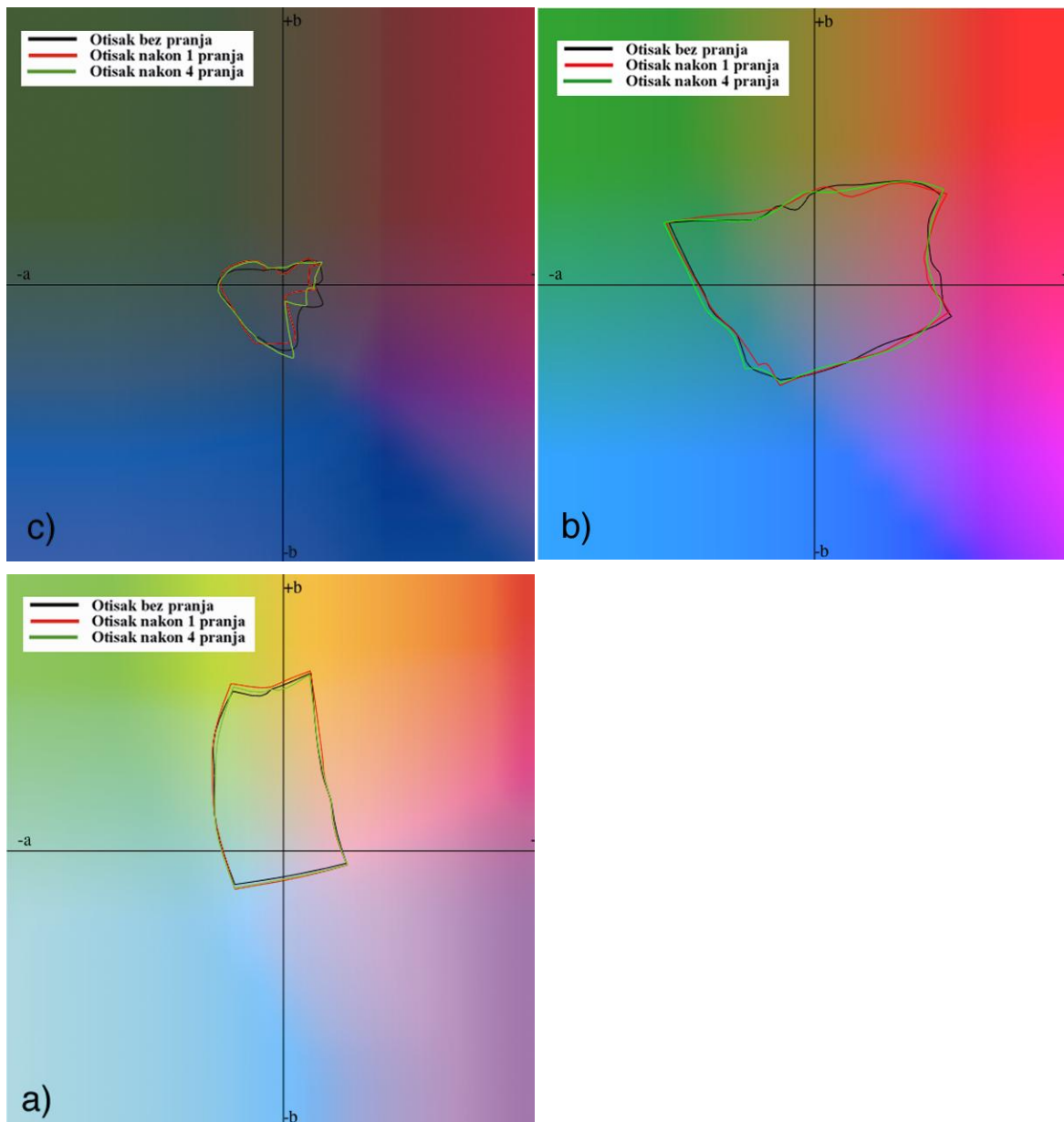
Uvećanim prikazom (Slika 55.) karakterističnih uzoraka procesnih boja indirektno otisnutih bez UV sušećeg laka vidljivo je ispunjavanje prostora između niti osnove i potke termofolijom, čime je naglašena struktura tkanine. Na uzorcima se nakon ispitivanja na postojanost obojenja pri pranju primjećuju se manje promjene u obojenju kod magente i crvene, nema promjena na tekstualnim elementima. Na termofoliji nema mehaničkih oštećenja.

Uspoređujući uzorke nastali indirektnim otiskivanjem na pamučnu tkaninu s



Slika 56. 3D gamut indirektnih otisaka s UV sušećim lakom; bez pranja, nakon prvog i četvrtog pranja

upotrebom UV sušećeg laka, na uzorku bez pranja postignut je prostorni volumen vrijednosti  $V_4=799,121$ , na uzorku nakon prvog pranja postignut je prostorni volumen vrijednost  $V_8=796,441$ , a na uzorku nakon četvrtog pranja prostorni volumen ima vrijednost  $V_{12}=799,262$ . Vidljiv je blagi rast vrijednosti volumena na uzorcima s upotrebom UV sušećeg laka  $\Delta V_{12-4}=0,141$ , gdje je sloj UV sušećeg laka u potpunost zaštitio otisnuto bojilo na uzorcima od ispiranja.

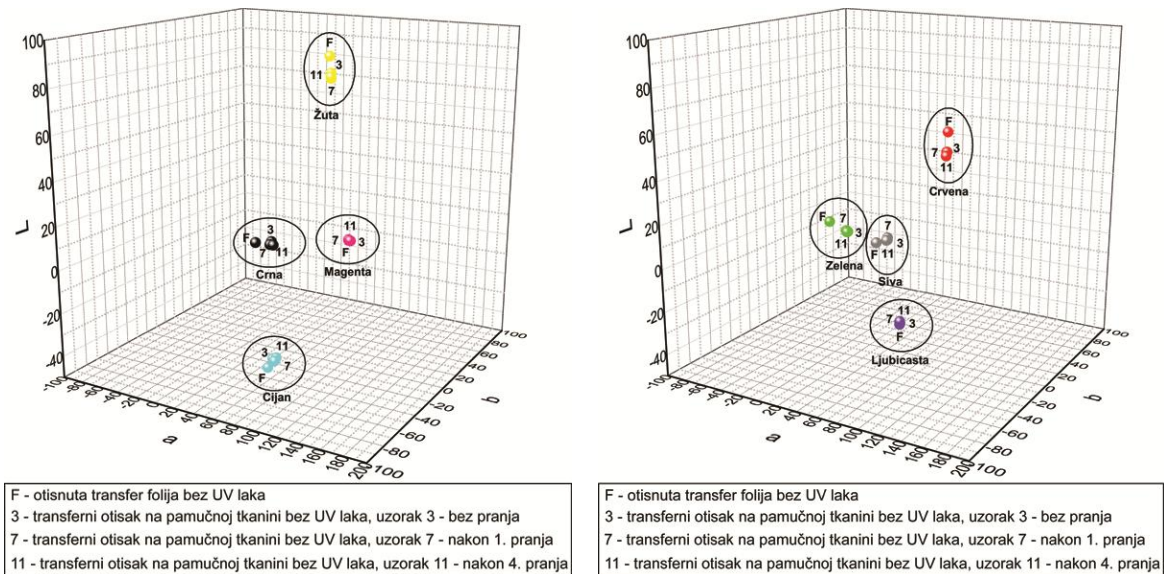


Slika 57. 2D presjek gamuta indirektnih otisaka s UV sušećim lakom; bez pranja, nakon prvog i četvrtog pranja u tri karakteristična područja: a)  $L=20$ , b)  $L=50$ , c)  $L=80$

Promatrani su karakteristični presjeci gamuta kod indirektnog otisaka s UV sušećim lakom: bez pranja, te nakon prvog i četvrtog pranja pri svjetlini ( $L=20$ ,  $L=50$ ,  $L=80$ ). U tamnijem presjeku ( $L=20$ ) najizraženije promjene su u vrijednostima između uzorka bez pranja i nakon prvog pranja u zelenom (na koordinati  $-a$ ) i u crvenom (na koordinati  $+a$ ) području, dok su promjene nakon četvrtog pranja vidljive u crvenom (na koordinati  $+a$ ) i plavom (na koordinati  $-b$ ) području. U srednjem karakterističnom presjeku gamuta ( $L=50$ ), uočavaju se promjene vrijednosti između otisaka bez pranja i nakon prvog i četvrtog pranja u



svim smjerovima, najizraženije su u crvenom (na koordinati +a) i u plavom (na koordinati -b) području. U najsvjetlijem presjeku gamuta (L=80), manje promjene su vidljive u svim područjima a najvidljivije su u žutom (na koordinati +b) te u plavom (na koordinati -b) području.

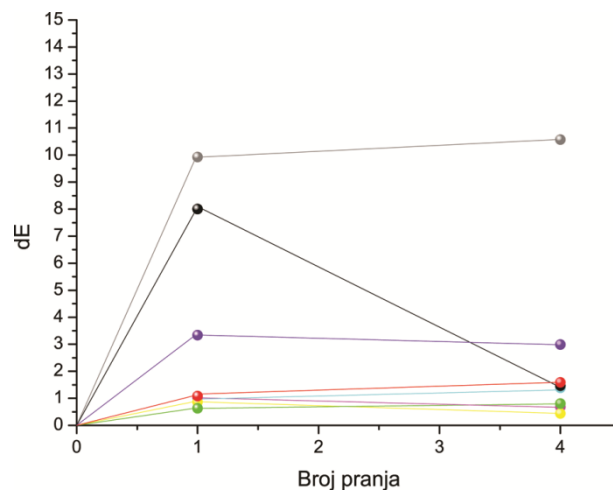


Slika 58. a), b) CIE Lab dijagram indirektnih otisaka punih tonova s UV lakom; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

Usporedbom referentnog uzorka sa uzorkom nakon prvog pranja, najveći pad svjetline desit će se kod ljubičaste ( $\Delta L_{LJ4-LJ8}=-2,45$ ) i sive ( $\Delta L_{S4-S8}=-1,15$ ); nešto manji pad vrijednosti svjetline bit će kod: žute ( $\Delta L_{Y4-Y8}=-0,44$ ), cijana ( $\Delta L_{C4-C8}=-0,41$ ) i crne ( $\Delta L_{K4-K8}=-0,34$ ); dok će rast vrijednosti svjetline biti kod: crvene ( $\Delta L_{R4-R8}=0,15$ ), zelene ( $\Delta L_{G4-G8}=0,55$ ) i magente ( $\Delta L_{M4-M8}=1,00$ ). Nakon četvrtog pranja, i dalje najveće gubitka u svjetlini će se opet desiti kod: ljubičaste ( $\Delta L_{LJ4-LJ12}=-2,55$ ) i crvene ( $\Delta L_{R4-R12}=-0,49$ ); i ljubičaste ( $\Delta L_{LJ3-LJ11}=-10,29$ ); manji pad vrijednosti svjetline bit će vidljiv za: žutu ( $\Delta L_{Y4-Y12}=-0,44$ ), cijan ( $\Delta L_{C4-C12}=-0,41$ ) i crnu ( $\Delta L_{K4-K12}=-0,34$ ); rast vrijednosti svjetline vidljivi su kod: sive ( $\Delta L_{S4-R12}=0,16$ ), magente ( $\Delta L_{M4-M12}=0,52$ ) i zelene ( $\Delta L_{G4-G12}=0,74$ ).

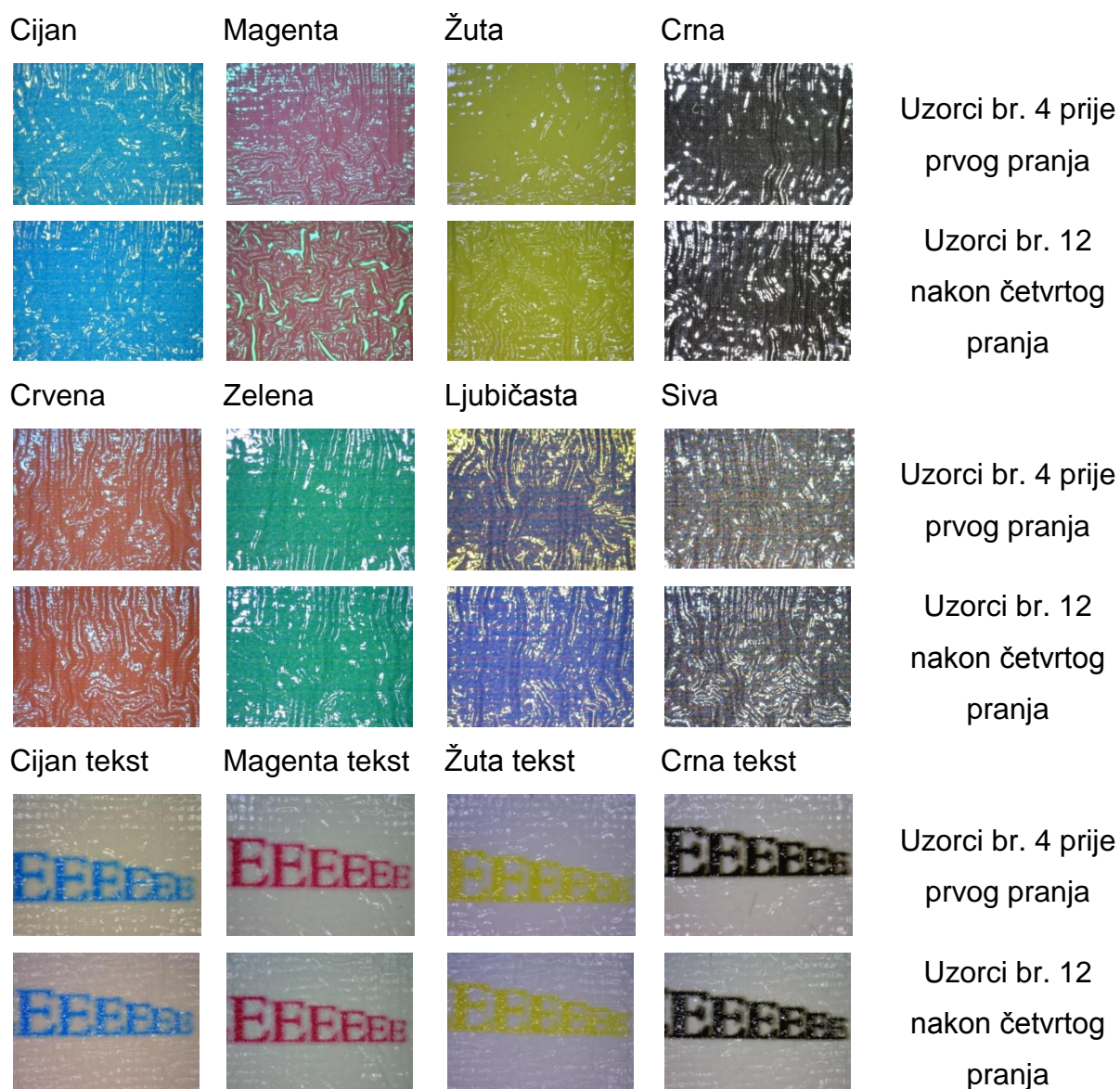
Najveći pad vrijednosti kromatičnosti nakon prvog pranja je kod crne ( $\Delta C_{K4-K8}=6,25$ ); zelene ( $\Delta C_{G3-G7}=8,88$ ); nešto manji pad vrijednosti će biti kod: crvene

( $\Delta C_{R4-R8}=-0,84$ ), žute ( $\Delta C_{Y4-Y8}=-0,73$ ), magente ( $\Delta C_{M4-M8}=-0,27$ ) i zelene ( $\Delta C_{G4-G8}=-0,09$ ); porast kromatičnosti je vidljiv za: cijan ( $\Delta C_{C4-C8}=0,17$ ), ljubičastu ( $\Delta C_{LJ4-LJ8}=1,48$ ) i sivu ( $\Delta C_{S4-S8}=2,26$ ). Pad vrijednosti kromatičnosti nakon četvrtog pranja su najvidljivije kod: crvene ( $\Delta C_{R4-R12}=-0,85$ ), crne ( $\Delta C_{K4-K12}=-0,71$ ), žute ( $\Delta C_{Y4-Y12}=-0,25$ ) i zelene ( $\Delta C_{G4-G12}=-0,18$ ); rast kromatičnosti je vidljiv za: magenta ( $\Delta C_{M4-M12}=0,04$ ), cijan ( $\Delta C_{C4-C12}=0,919$ ), ljubičastu ( $\Delta C_{LJ4-LJ12}=1,57$ ) i sivu ( $\Delta C_{S4-S12}=6,27$ ).



Slika 59.  $\Delta E$  indirektnih otisaka punih tonova s UV sušećim lakom; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

Indirektno otisnuti uzorci na pamučnu tkaninu s UV sušećim lakom, uspoređeni su referentni otisci bez pranja i otisci nakon prvog pranja, gdje su najveće promjene u obojenju vidljive kod: sive ( $\Delta E_{S4-S8}=9,93$ ) i crne ( $\Delta E_{K4-K8}=8,01$ ); i nešto manje promjene obojenja su vidljive za: ljubičastu ( $\Delta E_{LJ4-LJ8}=3,34$ ), crvenu ( $\Delta E_{R4-R8}=1,09$ ), magentu ( $\Delta E_{M4-M8}=1,05$ ) i cijan ( $\Delta E_{C4-C8}=1,03$ ); dok su najmanje promjene vidljive kod: žute ( $\Delta E_{Y4-Y78}=0,87$ ) i zelene ( $\Delta E_{Z4-Z8}=0,63$ ). Nakon četvrtog pranja, najveća promjena u boji u odnosu na referentni uzorak je vidljive kod sive ( $\Delta E_{S4-S12}=10,57$ ); manje promjene su kod: ljubičaste ( $\Delta E_{LJ4-LJ12}=2,99$ ), crvene ( $\Delta E_{C4-C12}=1,60$ ), crne ( $\Delta E_{K4-K12}=1,47$ ) i cijana ( $\Delta E_{C4-C12}=1,39$ ); dok su najmanje promjene kod: žute ( $\Delta E_{Y4-Y12}=0,45$ ), magente ( $\Delta E_{M4-RM12}=0,69$ ) i zelene ( $\Delta E_{G4-G12}=0,81$ ).



Slika 60. Mikroskopske fotografije (uvećane 50x) indirektnih otisaka punih tonova s UV lakom; bez pranja i nakon četvrtog pranja

Uvećanim prikazom (50x) karakterističnih uzoraka procesnih boja indirektno otisnutih s UV sušećim lakom vidljivo je ispunjavanje prostora između niti osnove i potke termofolijom naglašavajući tako strukturu tkanine. Na uzorcima se nakon ispitivanja na postojanost obojenja pri pranju ne primjećuju veće promjene u obojenju, nema promjena na tekstualnim elementima. Sjaj koji je postignut nanosom UV sušećeg laka je prisutan i nepromijenjen. Jedina promjena vizualnom kontrolom vidljiva je na uzorku magente gdje je došlo do pucanja laka.

## 5. ZAKLJUČAK

UV Ink Jet metodom ispisa na pamučnu tkaninu moguće je ostvariti ispis direktno ali i na transfernu foliju te ju transfernim tiskom prenjeti ispisanu sliku na tekstilnu podlogu i sve to u kombinaciji sa UV sušećim lakom.

Uspoređujući dobivene rezultate sa referentnim uzorkom kod direktnog otiska bez UV sušećeg laka, primjećuju se najveće promjene u obojenju i svjetlini kod crne a najmanje kod žute, dok je najveća promjena kromatičnosti primjetna kod žute a najmanja kod crne.

Direktnim otiskom u kombinaciji s UV sušećim lakom dolazi se do rezultata, uspoređujući ih sa referentnim uzorkom, gdje su još veće promjene u bojenju i svjetlini kod crne a najmanje kod magente, zelena će imati najveće promjene u kromatičnosti a magenta opet najmanje.

Usporedbom direktno otisnutih uzoraka bez UV sušećeg laka i uzoraka s UV sušećim lakom, bolje rezultate tj. manje promjene vrijednosti obojenja, svjetline i kromatičnosti, će postići uzorci bez UV sušećeg laka.

Usporedbom rezultata uzoraka dobivenih indirektnim otiskom bez UV sušećeg laka i referentnog uzorka, najveće promjene u obojenju, svjetlini i kromatičnosti su prisutne kod crne dok su najmanje promjene vidljive kod zelene. Indirektnim otiskom s UV sušećim lakom postignuti rezultati u odnosu na referentni uzorak, najveće promjene u obojenju su vidljive kod sive a najmanje kod žute, vrijednosti svjetline su se najviše promijenile kod ljubičaste a najmanje kod zelene, dok se kromatičnost najviše mijenja kod sive a najmanje kod zelene.

Usporedbom indirektno otisnutih uzoraka bez UV sušećeg laka i uzoraka s UV sušećim lakom, manja odstupanja u vrijednostima obojenja, svjetline i kromatičnosti će postići uzorci s UV sušećim lakom.

Uspoređujući rezultate uzoraka dobivenih direktnim otiskom na pamučnu tkaninu i uzorke dobivene indirektnim otiskom, vidljive su jako male promjene u svim vrijednostima kod uzoraka indirektnog otiska u odnosu na direktni otisak, bolje su podnjeli ispitivanja uzoraka na postojanost obojenja pri pranju, te su prikladniji za tisak na tekstilne materijale od direktnog otiska.

## 6. LITERATURA

1. I. Majnarić, T. Leskovec. *Ink-jet (jučer, danas, sutra)*, stručni članak, Croprint rujan 3/2009 48-51, bib.irb.hr/datoteka/430673.ink\_jet\_1.pdf, 20.05.2012.
2. I. Majnarić. *Utjecaj raznih metoda UV lakiranja na kvalitetu otisnute kartonske ambalaže*, stručna konferencija, d Print – trendovi u digitalnom tisku, 26.10.2011., Hotel Dubrovnik, Zagreb, [http://www.ambalaza.hr/UserFiles/file/ambalaza/Konferencije/dprint11/ppt/dPrint\\_majnarić.pdf](http://www.ambalaza.hr/UserFiles/file/ambalaza/Konferencije/dprint11/ppt/dPrint_majnarić.pdf), 20.05.2012.
3. I. Majnarić, K. Golubović, S. Bolanča, D. Modrić. *Analysis of colour reproduction created by applying multiple layers of white ink on PVC foil*, 269-279, Zagreb, stručni rad, bib.irb.hr/datoteka/474620.Majnarić.pdf, 20.05.2012.
4. M. Mišić, (2011.), *Postojanost Ink Jet otisaka nastalih termalnim transferom na tkanine*, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet
5. <http://hr.wikipedia.org/wiki/Pamuk>, - internetska stranica Wikipedia/kategorija: Prirodna vlakna/članak o pamuku, 04.04.2012.
6. S. Kovačević, K. Dimitrovski, J. Hađina (2008.). *Procesi tkanja*, sveučilišni udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb
7. Z. Jurac, E. Felić, V. Jurac (2008.). *Otpadne vode u pamučnoj industriji Duga Resa*, stručni rad, Sigurnost 50 (2) 129-138,
8. I. Majnarić, S. Bolanča, K. Golubović (2010.). *Neke karakteristike transfernih folija načinjenih tehnikom mlaza tinte te njihov utjecaj na kvalitetu otisaka na pamučnoj tkanini*, stručni rad, Tekstil 59 (10) 456-462, Zagreb

## 7. PRILOZI

Popis slika i tabela

Slika 1. Kontinuirani jednobitni Ink Jet

Slika 2. Kontinuirani višebitni Ink Jet

Slika 3. Način formiranja kapljice kod CIJ ispisa

Slika 4. Način formiranja kapljice kod piezo DoD

Slika 5. a), b), c), d) Proces polimerizacije UV bojila

Slika 6. Valne duljine UV živine svjetiljke

Slika 7. UV živina svjetiljka

Slika 8. Poprečni presjek UV jedinice za osvjetljavanje

Slika 9. Valne duljine UV LED svjetiljke

Slika 10. a), b) UV LED svjetiljka

Slika 11. Formiranje kapljice kod termalnog Ink Jet ispisa

Slika 12. Formiranje kapljice kod elektrostatskog Ink Jet ispisa

Slika 13. a), b) Formiranje kapljice kod elektrostatskog Ink Jet ispisa po Taylorovom efektu

Slika 14. Formiranje kapljice kod elektrostatskog Ink Jet ispisa sa kontrolom prstenastog grijača

Slika 15. a), b), c) Formiranje kapljice kod elektrostatskog mist Ink Jet ispisa

Slika 16. Izgled pamučnog vlakna

Slika 17. Z i S smjer uvijanja prediva

Slika 18. a), b), c) Osnovni vezovi tkanina

Slika 19. a), b), c), d), e), f) Osnovne vrste pletiva

Slika 20. a), b) Shematki prikaz presjeka transferne folije

Slika 21. Tiskovna forma korištena za otisak na pamučne tkanine

Slika 22. Shema eksperimenta

Slika 23. Ink Jet Roland Versa UV LEC 300

Tabela 1. Osnovne karakteristike Ink Jet Roland Versa UV LEC 300 pisača

Slika 24. Spektrofotometar X-RITE 20 Pulse

Tabela 2. Osnovne karakteristike spektrofotometra X-RITE 20 Pulse

Slika 25. Spektrofotometar Spectraflash SF 300

Tabela 3. Osnovne karakteristike spektrofotometra Spectraflash SF 300

Slika 26. Digitalni mikroskop Digital Microscope DinoLite Pro LWD

Tabela 4. Osnovne karakteristike digitalnog mikroskopa Digital Microscope  
DinoLite Pro LWD

Slika 27. 3D gamut direktnih otisaka bez UV sušećeg laka i s UV sušećim  
lakom bez pranja

Slika 28. a), b), c) 2D presjek gamuta direktnih otisaka bez UV sušećeg laka i s  
UV sušećim lakom bez pranja u tri karakteristična područja a) L=20, b)  
L=50, c) L=80

Slika 29. 3D gamut direktnih otisaka bez UV sušećeg laka i s UV sušećim  
lakom nakon prvog pranja

Slika 30. a), b), c) 2D presjek gamuta direktno otisnut s UV sušećim lakom i bez  
UV sušećeg laka nakon prvog pranja u tri karakteristična područja: a)  
L=20, b) L=50, c) L=80

Slika 31. 3D gamut direktnih otisaka bez UV sušećeg laka i s UV sušećim  
lakom nakon četvrtog pranja

Slika 32. a), b), c) 2D presjek gamuta direktnih otisaka bez UV sušećeg laka i s  
UV sušećim lakom nakon četvrtog pranja u tri karakteristična područja  
a) L=20, b) L=50, c) L=80

Slika 33. 3D gamut direktnih otisaka bez UV sušećeg laka; bez pranja, nakon  
prvog i četvrtog pranja

Slika 34. a), b), c) 2D presjek gamuta direktnih otisaka bez UV laka; bez pranja  
te nakon prvog i četvrtog pranja u tri karakteristična područja: a) L=20,  
b) L=50, c) L=80

Slika 35. a), b) CIE Lab dijagram direktnih otisaka punih tonova bez UV laka;  
bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

Slika 36.  $\Delta E$  direktnih otisaka punih tonova bez UV sušećeg laka; bez pranja te  
nakon prvog i četvrtog pranja

Slika 37. Mikroskopske fotografije (uvećane 50x) direktnih otisaka punih tonova  
bez UV laka; bez pranja i nakon četvrtog pranja

Slika 38. 3D gamut direktnih otisaka s UV sušećim lakom; bez pranja, nakon

prvog i četvrtog pranja

Slika 39. a), b) c) 2D presjek gamuta direktnih otisaka s UV sušećim lakom; bez pranja, nakon prvog i četvrtog pranja u tri karakteristična područja:

a) L=20, b) L=50, c) L=80

Slika 40. a), b) CIE Lab dijagram direktnih otisaka punih tonova s UV sušećim lakom; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

Slika 41.  $\Delta E$  direktnih otisaka punih tonova s UV sušećim lakom; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

Slika 42. Mikroskopske fotografije (uvećane 50x) direktnih otisaka punih tonova s UV lakom; bez pranja i nakon četvrtog pranja

Slika 43. 3D gamut otisnutih folija za transforni tisak bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom

Slika 44. a), b), c) 2D presjek gamuta otisnute transferne folije bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom u tri karakteristična područja: a) L=20, b) L=50, c) L=80

Slika 45. 3D gamut indirektno otisnutih bez UV laka i s UV lakom bez pranja

Slika 46. a), b), c) 2D presjek gamuta indirektnih otisaka s UV sušećim lakom i bez UV sušećeg laka bez pranja u tri karakteristična područja: a) L=20, b) L=50, c) L=80

Slika 47. 3D gamut indirektnog otiska bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom nakon prvog pranja

Slika 48. 2D presjek gamuta indirektnih otisaka s UV sušećim lakom i bez UV sušećeg laka nakon prvog pranja u tri karakteristična područja: a) L=20, b) L=50, c) L=80

Slika 49. 3D gamut indirektnih otisaka bez UV laka i s UV lakom nakon četvrtog pranja

Slika 50. a), b), c) 2D presjek gamuta indirektnih otisaka bez UV sušećeg laka i s UV sušećim lakom nakon četvrtog pranja u tri karakteristična područja: a) L=20, b) L=50, c) L=80

Slika 51. 3D gamut indirektnih otisaka bez UV sušećeg laka; bez pranja, nakon prvog i četvrtog pranja

Slika 52. a), b), c) 2D presjek gamuta indirektnih otisaka bez UV sušećeg laka;



bez pranja, nakon prvog i četvrtog pranja u tri karakteristična područja:

a) L=20, b) L=50, c) L=80

Slika 53. a), b) CIE Lab dijagram indirektnih otisaka punih tonova bez UV sušećeg laka; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

Slika 54.  $\Delta E$  indirektnih otisaka punih tonova bez UV sušećeg laka; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

Slika 55. Mikroskopske fotografije (uvećane 50x) indirektnih otisaka punih tonova bez UV sušećeg laka; bez pranja i nakon četvrtog pranja

Slika 56. 3D gamut indirektnih otisaka s UV sušećim lakom; bez pranja, nakon prvog i četvrtog pranja

Slika 57. 2D presjek gamuta indirektnih otisaka s UV sušećim lakom; bez pranja, nakon prvog i četvrtog pranja u tri karakteristična područja:

a) L=20, b) L=50, c) L=80

Slika 58. a), b) CIE Lab dijagram indirektnih otisaka punih tonova s UV lakom; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

Slika 59.  $\Delta E$  indirektnih otisaka punih tonova s UV sušećim lakom; bez pranja te nakon prvog i četvrtog pranja

Slika 60. Mikroskopske fotografije (uvećane 50x) indirektnih otisaka punih tonova s UV lakom; bez pranja i nakon četvrtog pranja

Pregled korištenih tabela

Direktni otisci na pamučnoj tkanini bez UV sušećeg laka							
	L	a	b	ΔE00	ΔL00	ΔC00	ΔH00
<b>CIJAN 100%</b>							
UZORAK 1 – UZORAK 1	61,66	-28,58	-40,76	0,00	0,00	0,00	0,00
	61,66	-28,58	-40,76				
UZORAK 1 – UZORAK 5	61,66	-28,58	-40,76	3,19	-2,33	1,76	-1,28
	64,42	-23,58	-37,09				
UZORAK 1 – UZORAK 1	61,66	-28,58	-40,76	4,21	-3,19	2,14	-1,71
	65,47	-22,43	-36,39				
<b>MAGENTA 100%</b>							
UZORAK 1 – UZORAK 1	53,09	64,40	-6,25	0,00	0,00	0,00	0,00
	53,09	64,40	-6,25				
UZORAK 1 – UZORAK 5	53,09	64,40	-6,25	0,91	0,68	0,32	-0,51
	52,40	63,27	-4,95				
UZORAK 1 – UZORAK 9	53,09	64,40	-6,25	3,59	-2,88	2,14	-0,20
	56,11	56,48	-5,05				
<b>ŽUTA 100%</b>							
UZORAK 1 – UZORAK 1	87,79	-3,58	76,71	0,00	0,00	0,00	0,00
	87,79	-3,58	76,71				
UZORAK 1 – UZORAK 5	87,79	-3,58	76,71	1,57	0,47	1,50	-0,12
	87,06	-3,48	70,25				
UZORAK 1 – UZORAK 9	87,79	-3,58	76,71	3,19	-0,12	3,18	-0,06
	87,98	-3,05	63,48				
<b>CRNA 100%</b>							
UZORAK 1 – UZORAK 1	30,73	1,59	-0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
	30,73	1,59	-0,17				
UZORAK 1 – UZORAK 5	30,73	1,59	-0,17	7,96	-7,92	0,76	-0,19
	40,30	1,04	0,05				
UZORAK 1 – UZORAK 9	30,73	1,59	-0,17	10,71	-10,70	0,37	0,33
	43,39	1,29	-0,45				
<b>CRVENA 100%</b>							
UZORAK 1 – UZORAK 1	53,26	56,74	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	53,26	56,74	31,00				
UZORAK 1 – UZORAK 5	53,26	56,74	31,00	1,48	0,26	1,06	1,00
	52,99	54,00	27,54				
UZORAK 1 – UZORAK 9	53,26	56,74	31,00	3,02	-1,85	1,88	1,48
	55,19	51,70	25,43				
<b>ZELENA 100%</b>							
UZORAK 1 – UZORAK 1	56,16	-51,35	20,51	0,00	0,00	0,00	0,00
	56,16	-51,35	20,51				
UZORAK 1 – UZORAK 5	56,16	-51,35	20,51	4,38	-2,93	3,24	-0,23
	59,39	-41,72	16,23				
UZORAK 1 – UZORAK 9	56,16	-51,35	20,51	5,79	-4,14	4,04	-0,07
	60,77	-39,41	15,62				
<b>LJUBIČASTA 100%</b>							
UZORAK 1 – UZORAK 1	35,66	18,91	-37,05	0,00	0,00	0,00	0,00
	35,66	18,91	-37,05				
UZORAK 1 – UZORAK 5	35,66	18,91	-37,05	2,86	-2,52	1,28	-0,47
	38,64	16,72	-33,57				
UZORAK 1 – UZORAK 9	35,66	18,91	-37,05	6,55	-6,11	2,19	-0,89
	42,69	15,30	-31,14				

<b>SIVA 100%</b>							
UZORAK 1 – UZORAK 1	37,19	3,76	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
	37,19	3,76	0,30				
UZORAK 1 – UZORAK 5	37,19	3,76	0,30	1,19	-1,08	0,06	0,49
	38,46	3,71	-0,25				
UZORAK 1 – UZORAK 9	37,19	3,76	0,30	5,78	-5,73	0,74	0,03
	43,67	3,15	0,22				

<b>Direktni otisci na pamučnoj tkanini s UV sušecim lakom</b>							
	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>ΔE00</b>	<b>ΔL00</b>	<b>ΔC00</b>	<b>ΔH00</b>
<b>CIJAN 100%</b>							
UZORAK 2 – UZORAK 2	58,68	-41,16	-40,84	0,00	0,00	0,00	0,00
	58,68	-41,16	-40,84				
UZORAK 2 – UZORAK 6	58,68	-41,16	-40,84	5,75	-2,23	3,15	-4,25
	61,21	-27,19	-38,29				
UZORAK 2 – UZORAK 10	58,68	-41,16	-40,84	7,23	-3,67	3,93	-4,84
	62,90	-24,86	-36,88				
<b>MAGENTA 100%</b>							
UZORAK 2 – UZORAK 2	53,76	67,13	-7,55	0,00	0,00	0,00	0,00
	53,76	67,13	-7,55				
UZORAK 2 – UZORAK 6	53,76	67,13	-7,55	2,11	1,10	1,29	-1,26
	52,63	62,35	-4,13				
UZORAK 2 – UZORAK 10	53,76	67,13	-7,55	2,49	-0,58	2,19	-1,03
	54,36	58,97	-4,37				
<b>ŽUTA 100%</b>							
UZORAK 2 – UZORAK 2	89,16	-4,87	82,79	0,00	0,00	0,00	0,00
	89,16	-4,87	82,79				
UZORAK 2 – UZORAK 6	89,16	-4,87	82,79	2,70	1,26	2,18	0,97
	87,18	-2,71	73,05				
UZORAK 2 – UZORAK 10	89,16	-4,87	82,79	4,03	1,24	3,76	0,78
	87,22	-2,71	66,47				
<b>CRNA 100%</b>							
UZORAK 2 – UZORAK 2	17,22	-4,97	-5,41	0,00	0,00	0,00	0,00
	17,22	-4,97	-5,41				
UZORAK 2 – UZORAK 6	17,22	-4,97	-5,41	16,84	-13,98	6,25	-6,99
	36,02	0,79	0,82				
UZORAK 2 – UZORAK 10	17,22	-4,97	-5,41	20,73	-18,20	5,65	-8,16
	41,00	1,36	0,15				
<b>CRVENA 100%</b>							
UZORAK 2 – UZORAK 2	52,58	59,88	41,63	0,00	0,00	0,00	0,00
	52,58	59,88	41,63				
UZORAK 2 – UZORAK 6	52,58	59,88	41,63	5,96	-0,48	3,16	5,03
	53,07	53,73	27,37				

UZORAK 2 – UZORAK 10	52,58	59,88	41,63	6,76	-1,76	3,78	5,32
	54,40	51,96	25,82				
<b>ZELENA 100%</b>							
UZORAK 2 – UZORAK 2	53,39	-74,50	29,93	0,00	0,00	0,00	0,00
	53,39	-74,50	29,93				
UZORAK 2 – UZORAK 6	53,39	-74,50	29,93	9,71	-3,90	8,88	-0,27
	57,54	-42,98	16,77				
UZORAK 2 – UZORAK 10	53,39	-74,50	29,93	11,21	-4,95	10,06	-0,30
	58,70	-39,57	15,39				
<b>LJUBIČASTA 100%</b>							
UZORAK 2 – UZORAK 2	27,43	26,39	-49,86	0,00	0,00	0,00	0,00
	27,43	26,39	-49,86				
UZORAK 2 – UZORAK 6	27,43	26,39	-49,86	8,84	-6,95	4,89	-2,41
	36,22	17,65	-34,42				
UZORAK 2 – UZORAK 10	27,43	26,39	-49,86	12,30	-10,29	6,06	-2,95
	40,13	15,76	-31,23				
<b>SIVA 100%</b>							
UZORAK 2 – UZORAK 2	29,42	6,41	-2,74	0,00	0,00	0,00	0,00
	29,42	6,41	-2,74				
UZORAK 2 – UZORAK 6	29,42	6,41	-2,74	10,07	-8,83	4,17	-2,47
	40,18	2,94	0,67				
UZORAK 2 – UZORAK 10	29,42	6,41	-2,74	11,38	-10,65	3,75	-1,44
	42,23	3,32	-0,20				

<b>Indirektni otisci na pamučnoj tkanini bez UV sušećeg laka</b>							
	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>ΔE00</b>	<b>ΔL00</b>	<b>ΔC00</b>	<b>ΔH00</b>
<b>CIJAN 100%</b>							
UZORAK 3 – UZORAK 3	59,25	-36,67	-41,17	0,00	0,00	0,00	0,00
	59,25	-36,67	-41,17				
UZORAK 3 – UZORAK 7	59,25	-36,67	-41,17	1,31	0,03	-0,05	-1,31
	59,22	-34,40	-43,12				
UZORAK 3 – UZORAK 11	59,25	-36,67	-41,17	1,54	-0,57	0,47	-1,35
	59,89	-33,26	-41,76				
<b>MAGENTA 100%</b>							
UZORAK 3 – UZORAK 3	52,74	69,43	-8,55	0,00	0,00	0,00	0,00
	52,74	69,43	-8,55				
UZORAK 3 – UZORAK 7	52,74	69,43	-8,55	0,45	-0,26	0,36	-0,05
	53,01	67,96	-8,24				
UZORAK 3 – UZORAK 11	52,74	69,43	-8,55	0,85	-0,67	0,49	-0,19
	53,43	67,50	-7,85				
<b>ŽUTA 100%</b>							
UZORAK 3 – UZORAK 3	89,58	-5,21	84,75	0,00	0,00	0,00	0,00
	89,58	-5,21	84,75				
UZORAK 3 – UZORAK 7	89,58	-5,21	84,75	0,45	0,00	0,33	-0,30
	89,58	-5,65	83,14				

UZORAK 3 – UZORAK 11	89,58	-5,21	84,75	0,73	0,38	0,52	0,35
	88,97	-4,44	82,33				
<b>CRNA 100%</b>							
UZORAK 3 – UZORAK 3	22,68	0,58	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00
	22,68	0,58	1,19				
UZORAK 3 – UZORAK 7	22,68	0,58	1,19	3,99	-2,46	-2,02	-2,40
	26,07	-1,13	3,32				
UZORAK 3 – UZORAK 11	22,68	0,58	1,19	2,61	-1,89	-1,29	1,27
	25,29	1,84	0,85				
<b>CRVENA 100%</b>							
UZORAK 3 – UZORAK 3	53,60	58,88	38,09	0,00	0,00	0,00	0,00
	53,60	58,88	38,09				
UZORAK 3 – UZORAK 7	53,60	58,88	38,09	0,86	0,58	-0,25	0,58
	53,00	60,35	37,76				
UZORAK 3 – UZORAK 11	53,60	58,88	38,09	0,91	0,16	0,34	0,83
	53,43	58,50	36,07				
<b>ZELENA 100%</b>							
UZORAK 3 – UZORAK 3	55,60	-62,54	22,37	0,00	0,00	0,00	0,00
	55,60	-62,54	22,37				
UZORAK 3 – UZORAK 7	55,60	-62,54	22,37	0,61	0,55	-0,10	0,24
	55,02	-62,71	23,02				
UZORAK 3 – UZORAK 11	55,60	-62,54	22,37	0,28	0,06	0,24	0,14
	55,54	-61,54	22,34				
<b>LJUBIČASTA 100%</b>							
UZORAK 3 – UZORAK 3	33,26	22,28	-44,08	0,00	0,00	0,00	0,00
	33,26	22,28	-44,08				
UZORAK 3 – UZORAK 7	33,26	22,28	-44,08	0,56	-0,14	0,01	-0,54
	33,43	22,80	-43,63				
UZORAK 3 – UZORAK 11	33,26	22,28	-44,08	1,50	-1,33	0,69	-0,03
	34,90	20,71	-42,07				
<b>SIVA 100%</b>							
UZORAK 3 – UZORAK 3	34,45	4,08	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00
	34,45	4,08	2,90				
UZORAK 3 – UZORAK 7	34,45	4,08	2,90	1,55	-0,11	-1,54	-0,14
	34,59	5,28	3,95				
UZORAK 3 – UZORAK 11	34,45	4,08	2,90	1,41	-1,18	0,41	-0,66
	35,88	3,54	3,27				

<b>Indirektni otisci na pamučnoj tkanini s UV sušecim lakom</b>							
	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>ΔE00</b>	<b>ΔL00</b>	<b>ΔC00</b>	<b>ΔH00</b>
<b>CIJAN 100%</b>							
UZORAK 4 – UZORAK 4	58,68	-41,16	-40,84	0,00	0,00	0,00	0,00
	58,68	-41,16	-40,84				
UZORAK 4 – UZORAK 8	58,68	-41,16	-40,84	1,03	-0,41	0,17	-0,93
	59,14	-39,18	-41,85				
UZORAK 4 – UZORAK 12	58,68	-41,16	-40,84	1,39	-0,30	0,19	-1,35
	59,01	-38,39	-42,42				
<b>MAGENTA 100%</b>							
UZORAK 4 – UZORAK 4	53,76	67,13	-7,55	0,00	0,00	0,00	0,00
	53,76	67,13	-7,55				

UZORAK 4 – UZORAK 8	53,76	67,13	-7,55	1,05	1,00	-0,27	-0,15
	52,73	68,27	-7,32				
UZORAK 4 – UZORAK 12	53,76	67,13	-7,55	0,69	0,52	0,04	-0,45
	53,22	67,10	-6,46				
<b>ŽUTA 100%</b>							
UZORAK 4 – UZORAK 4	89,16	-4,87	82,79	0,00	0,00	0,00	0,00
	89,16	-4,87	82,79				
UZORAK 4 – UZORAK 8	89,16	-4,87	82,79	0,87	-0,44	-0,73	-0,19
	89,86	-5,42	86,27				
UZORAK 4 – UZORAK 12	89,16	-4,87	82,79	0,45	-0,28	-0,25	0,25
	89,60	-4,49	83,98				
<b>CRNA 100%</b>							
UZORAK 4 – UZORAK 4	17,22	-4,97	-5,41	0,00	0,00	0,00	0,00
	17,22	-4,97	-5,41				
UZORAK 4 – UZORAK 8	17,22	-4,97	-5,41	8,01	-0,34	-3,55	-7,17
	17,72	-0,95	-14,19				
UZORAK 4 – UZORAK 12	17,22	-4,97	-5,41	1,47	-0,20	-0,71	1,27
	17,51	-6,08	-4,67				
<b>CRVENA 100%</b>							
UZORAK 4 – UZORAK 4	52,58	59,88	41,63	0,00	0,00	0,00	0,00
	52,58	59,88	41,63				
UZORAK 4 – UZORAK 8	52,58	59,88	41,63	1,09	0,15	-0,84	0,68
	52,43	63,61	42,66				
UZORAK 4 – UZORAK 12	52,58	59,88	41,63	1,60	-0,49	-0,85	-1,26
	53,08	61,53	45,67				
<b>ZELENA 100%</b>							
UZORAK 4 – UZORAK 4	53,39	-74,50	29,93	0,00	0,00	0,00	0,00
	53,39	-74,50	29,93				
UZORAK 4 – UZORAK 8	53,39	-74,50	29,93	0,63	0,55	-0,09	-0,31
	52,83	-75,17	29,34				
UZORAK 4 – UZORAK 12	53,39	-74,50	29,93	0,81	0,74	-0,18	-0,26
	52,63	-75,53	29,62				
<b>LJUBIČASTA 100%</b>							
UZORAK 4 – UZORAK 4	27,43	26,39	-49,86	0,00	0,00	0,00	0,00
	27,43	26,39	-49,86				
UZORAK 4 – UZORAK 8	27,43	26,39	-49,86	3,34	-2,45	1,48	1,72
	30,64	20,98	-46,56				
UZORAK 4 – UZORAK 12	27,43	26,39	-49,86	2,99	-2,55	1,57	0,13
	30,76	22,45	-45,19				
<b>SIVA 100%</b>							
UZORAK 4 – UZORAK 4	29,42	6,41	-2,74	0,00	0,00	0,00	0,00
	29,42	6,41	-2,74				
UZORAK 4 – UZORAK 8	29,42	6,41	-2,74	9,93	-1,15	2,26	-9,60
	30,90	1,97	6,18				
UZORAK 4 – UZORAK 12	29,42	6,41	-2,74	10,57	0,18	6,27	-8,51
	29,19	-1,21	0,91				

## Recepture

Ispitivanje postojanosti obojenja na pranje je provedeno u 2 koraka:

1. pretpranje - stroj za pranje je ispran 3 x na temperaturi  $T = 90^{\circ}\text{C}$ ,
2. pranje
  - 3 kg balasta – bez optičkog bjelila
  - doziranje: 40g ECE
  - omjer kupelji: 1:5
  - $T = 40^{\circ}\text{C}$
  - ECE - deterdžent bez optičkog bjelila (ECE Test Detergent 77 without optical brightener, Art 601, according to ISO 105-C06, Bateh ECE 2. 196-238)
  - Product date: 09-2007
  - Distributed: EMPA Testmaterialien AG, Mövenstrasse 12,  
CH-9015 St. Gallen,  
tel: +47 71 311 80 55, fax: +47 71 311 80 57

## Popis računalnih programa

1. Dino Xcope – version 1.4 (305\_1816-Universal), Copyright © 2010 AnMo Electronics Corporation,
2. Monaco GamutWorks – version 1.0, Copyright © 1993-2003 Monaco Systems, Inc., All rights reserved, [www.monacosys.com](http://www.monacosys.com),
3. Monaco PROFILER Platinum Edition – version 4.6, Copyright © 1993-2003 Monaco Systems, Inc., All rights reserved, [www.monacosys.com](http://www.monacosys.com),
4. Color Shop X Standard Mode – version 1.4, Created by Chris Halford © iccTools 2002.,
5. PULSE™ ColorElite – version 1.0.1 RGB & CMYK, Copyright © 2004 X-Rite, Inc., All rights reserved, [www.xrite.com](http://www.xrite.com)
6. OriginPro 8.6.0 (32-bit), Copyright © 1991-2012 OriginLab Corporation, [www.originlab.com](http://www.originlab.com).