

# Kvaliteta i postojanost digitalnih otisaka na tekstilu uvjetovana tiskovnom podlogom i vrstom digitalnog tiska

---

**Bartolić, Marko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2014**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:457075>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-20**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET**

**MARKO BARTOLIĆ**

**KVALITETA I POSTOJANOST  
DIGITALNIH OTISAKA NA TEKSTILU  
UVJETOVANA TISKOVNOM  
PODLOGOM I VRSTOM DIGITALNOG  
TISKA**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2014.



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

**MARKO BARTOLIĆ**

**KVALITETA I POSTOJANOST  
DIGITALNIH OTISAKA NA TEKSTILU  
UVJETOVANA TISKOVNOM  
PODLOGOM I VRSTOM DIGITALNOG  
TISKA**

**DIPLOMSKI RAD**

Mentor:  
prof. dr. sc. Lidija Mandić

Student:  
Marko Bartolić

Zagreb, 2014.

*Zahvaljujem se mentorici doc.dr.sc. Lidiji Mandić za korisne savjete i usmjeravanje u procesu izrade diplomskog rada. Veliko hvala mr. sc. Sanji Brekalo na podršci i pomoći pri izradi rada i ustupanju tiskarskih uređaja i materijala.*

Rješenje

## SAŽETAK

Tema diplomskog rada je tisak na termo transfer papir, odnosno folije i direktna tehnika tiska na majice (DTG) koja se koristi za preslikavanje otisnutih motiva na tekstil. Otisci su se radili na papiru, tj. folijama koje omogućuju tisak na laserskim i Inkjet printerima. U većini slučajeva danas, kod malih naklada, otisci se rade na Inkjet pisačima i njima namijenjenim podlogama. Takve podloge nisu odgovarajuće za laserske strojeve koji zahtijevaju visoke temperature pri fiksiranju tonera, i može doći do taljenja podloge. Širenjem digitalnog tiska potražnja za transfer podlogama je porasla tako da danas na tržištu postoji više opcija podloga koje se mogu odabrati. Pošto ovakva tehnika izrade transfer otiska nije uvelike raširena, u eksperimentalnom dijelu rada, ocijenjena je i uspoređena kvaliteta i postojanost s otiscima dobivenim uvriježenim tehnologijama (Inkjet).

Istražen je i utjecaj vrste podloge za transfer na postojanost da bi se potvrdila pretpostavka da sve podloge neće dati istu kvalitetu i postojanost otiska. Slike su otisnute različitim tehnikama digitalnog tiska kao što su ksenofotografija (laser) i Inkjet te na različitim vrstama termo transfer folija. Ispisani mediji su pomoću termalne preše prenešeni na tkaninu. Iz istraživanja se može zaključiti kako vrsta termo transfera uvelike ovisi o kvaliteti i postojanosti tiska na majice.

Ključne riječi:

- DTG (Direct to garment)
- Inkjet
- laserski tisak
- digitalni tisak
- trnsferni tisak na majice
- postojanost otiska

## **ABSTRACT**

Printing on thermal transfer paper or foil and direct printing to garment (DTG) copying it on textile is subject of this thesis. Prints were made on papers and foils which can be printed on laser and Inkjet printers. In most cases today where are small amount of copies, prints are made on Inkjet printers and Inkjet intended printing substrates. These kind of printing substrates aren't compatible with laser printers which demands high temperatures during toner fixing and it may melt substrate. Expanding digital print requests for thermal transfer substrates increased and markets with these substrates offers more thermal transfer printing products. Since this kind of print transfer technique isnt commercialized, in experimental part of thesis quality and durability of digital prints were evaluated and compared with prints that are made with common print technologies such as Inkjet.

Influence of thermal transfer type was also explored in order to verify that all kinds of substrates wont provide same quality and durability of digital prints. Images were pressed with different kinds of digital printing techniques such as xerography (laser) and Inkjet on different kinds of thermal transfer substrates. Using thermal press, printed media were applied on textile. It can be conclude that type of thermal transfer substrate reflects on quality and durability of textile print.

Key words:

- DTG (Direct to garment)
- Inkjet
- Laser print
- Digital print
- Transfer print on textile
- Print durability

# SADRŽAJ

1. Uvod .....	1
2. Teorijski dio.....	3
2.1.1. Elektrofotografija.....	4
2.1.2. Inkjet .....	6
3. Tehnike tiska na majice .....	9
3.1. Termotisak.....	9
3.2. Sitotisak.....	11
3.3. Sublimacija.....	13
3.4. DTG.....	14
4. Eksperimentalni dio.....	15
5. Rezultati i diskusija .....	26
5.1. Primjer i objašnjenje rezultata.....	27
5.2. Svijetle majice.....	34
5.2.1. Tehnika tiska na svijetle majice s najboljim odlikama.....	34
5.2.2. Tehnika tiska na svijetle majice s najlošijim odlikama .....	44
5.3. Tamne majice .....	51
5.3.1. Tehnika tiska na tamne majice s najboljim odlikama.....	51
5.3.2. Tehnika tiska na tamne majice s najlošijim odlikama .....	64
6. Zaključak .....	66
7. Literatura .....	67
7.1. Popis slika .....	68
7.2. Popis tablica .....	71



## 1. UVOD

U 80-im godinama 20. stoljeća dolazi do prekretnice u proizvodnji majica personaliziranim printom. Na području bivše Jugoslavije krajem 80-ih godina počinje intenzivnija proizvodnja personaliziranih majica. Početkom 90-ih niču brojne trgovine koje nude veliki izbor i prihvatljive cijene, a posebno se istaknuo WGW. Osim tekstilnih trgovina u posao sa otiscima na majice uključile su se i suvenirnice i tiskare koje u svojoj ponudi ujedno imaju i različite suvenire, šalice, kalendare i sl. Razvoj novih tehnologija i interneta prodaju je smjestio u virtualni prostor gdje je na web stranicama moguće naći sve oblike otisaka na majice, od gotovih do personaliziranih i to po vrlo prihvatljivim cijenama. Iako je zbog neuređenosti hrvatskog tržišta nemoguće dobiti uvid u točan iznos prodaje majica s tiskom, procjenjuje se da prodaja nekolicine većih uvoznika premašuje 10 milijuna prodanih reklamnih majica godišnje.

Danas su moderne tehnologije omogućile brojne tehnike koje se koriste za tisak na majice, a svaka od njih ima svoje prednosti i nedostatke u odnosu na ostale tehnike. No kao glavne tehnike mogu se istaknuti sitotisak, termoni transfer, sublimacija i DTG metoda.

Prva i najlakša, a danas ujedno i najčešće korištena je tehnika sitotiska koja je zapravo jedna od najstarijih tehnika tiska koju su još stari Kinezi koristili za oslikavanje svile. Sam alat koji sitotisak zahtijeva je jednostavan i jeftin, a otisak se dobiva protiskivanjem boje kroz propusnu svilu na medij (majicu). Iako se kao prednost ove tehnike tiska ističe relativno niska cijena otiska koji je ujedno i postojan na pranje, nedostatak leži u potrebi izrade sita za svaku boju, a ako se žele izrađivati personalizirane majice ova tehnika je izuzetno spora što ju tada čini i skupom.

Ostale tehnike tiska na majice podrazumijevaju digitalni tisak te su time u današnje vrijeme velika konkurencija sitotisku. Razvojem tehnologije, što u smjeru poboljšanja tiskovnih podloga (termo transfera) koje se koriste za preslikavanje na majice, što u postojanosti bojila, digitalni tisak uz prihvatljive cijene nadilazi sam sitotisak.

Budući da postoje različite tehnologije, potrebno je istražiti postojanost boje s obzirom na vrstu digitalnog tiska, tip implikacije na majice (termoni transfer i DTG) i kvalitete tiskovne podloge. Dakako da vrsta digitalnog tiska na majice također ovisi i o postojanosti i o kvaliteti otiska pa tako DTG kao direktna Inkjet metoda otiskivanja na majice daje

najbolju upojnost bojila bez transfer papira, dok Inkjet i laserski tisak daju puno oštrije otiske uz ne toliko postojanu boju koja ujedno ovisi i o podlozi na kojoj je tiskana.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Digitalni tisak

Digitalni tisak podrazumijeva sustave u kojima računala direktno upravljaju uređajima za tisak. Digitalni tisak je sinonim za takozvane beskontaktno tehnologije tiska gdje ne postoje tiskovne forme, a samim time nema ni kontakta između tiskovne forme i tiskovne podloge. Koristi se kod manjih naklada tiska gdje nije isplativa izrada tiskovnih formi. Cijena jedne stranice otisnute digitalnim tiskom skuplja je od one otisnute ofsetnim otiskom, ali se ta cijena nadoknađuje kod svih postupaka koji prethode ofsetnom otisku (izrada tiskovne forme). [1][2]

Glavne značajke digitalnog tiska su:

- brza izrada prvog otiska
- personalizacija otiska (različite informacije na svakom otisku)
- niska cijena i brzina kod malih naklada
- tisak na svim vrstama papira različite gramature

Vrste tehnologija digitalnog tiska:

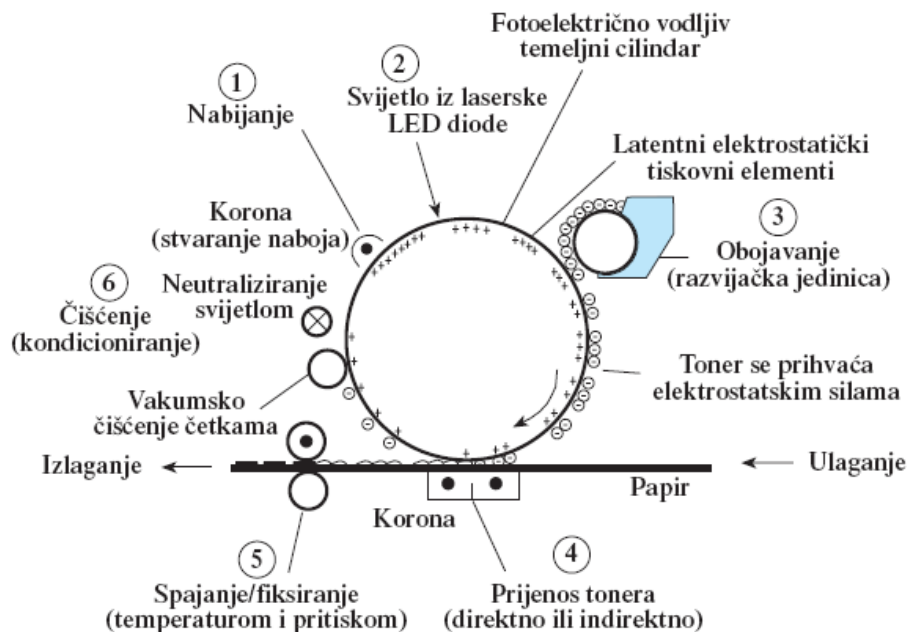
- Elektrofotografija
- Inkjet
- Elektrografija
- Ionografija
- Magnetografija
- Termografija
- Fotografija
- „X“ grafija

### 2.1.1. Elektrofotografija

Elektrofotografija je tehnika digitalnog tiska koja se temelji na fizikalnom fotoelektričnom efektu gdje se preko poluvodičkog bubnja koji ima ulogu tiskovne (latentne) forme nabija i osvjetljava isti kako bi se na kraju na tiskovnu podlogu prenio praškasti toner djelovanjem topline (slika 1). [1][2]

Proces formiranja otiska se provodi u šest osnovnih faza:

- Nabijanje tiskovne forme (bubanj i/ili „remen“)
- Osvjetljavanje tiskovne forme - zrake svjetlosti reflektiraju se od bijelih područja na fotoosjetljivu ploču nad kojom se šire električni naboji; područja na kojima se nalaze slova su crne boje pa nema refleksije te se na tim područjima ploča nabija
- Obojavanje tiskovne forme tonerom – područja koja su nabijena (crna boja) na tiskovnoj formi privlače toner na sebe
- Prenošnje tonera na tiskovnu podlogu (papir)
- Fiksiranje tonera na tiskovnoj podlozi – za potpuno prijanjanje tonera na papir koristi se toplina
- Čišćenje tiskovne forme od ostatka tonera



Slika 1. Primjer elektrofotografskog procesa

Proces elektrofotografije na kvalitetnijim, tj. produkcijskim strojevima za digitalni tisak odvija se u sedam faza. Prva faza započinje odmah nakon nabijanja bubnja gdje svoj naboj prenosi na „pojas“ (*ITB - Image Transfer Belt*) koji dalje prenosi informaciju na tiskovnu podlogu. Ovaj princip otiskivanja daje znatniju kvalitetu otiska negoli proces koji se odvija u šest faza.

Virtualna tiskovna forma sadrži tiskovne elemente i slobodne površine koje se razlikuju u elektrostatskom potencijalu pa se tako toner koji je suprotnog elektronskog potencijala od latentne slike, tj. tiskovnih elemenata koji se nalaze na pojasa prenaša te tiskovna forma postaje vidljiva i spremna za otiskivanje. [2]

Toneri su najčešće praškastog oblika, ali mogu biti i tekući, a ovisno o tipu tonera prilagođena je i konstrukcija elektrofotografskih strojeva. Elektrofotografija uz upotrebu praškastih tonera zove se i Xerografija te koristi jednokomponentne tonere (magnetski i ne-magnetski) i dvokomponentne tonere (toner i nosilac). U oba sustava potrebno je čestice tonera prvo nabiti odgovarajućim nabojem da bi se toner usmjerenom kretao iz spremnika u smjeru latentne tiskovne forme.

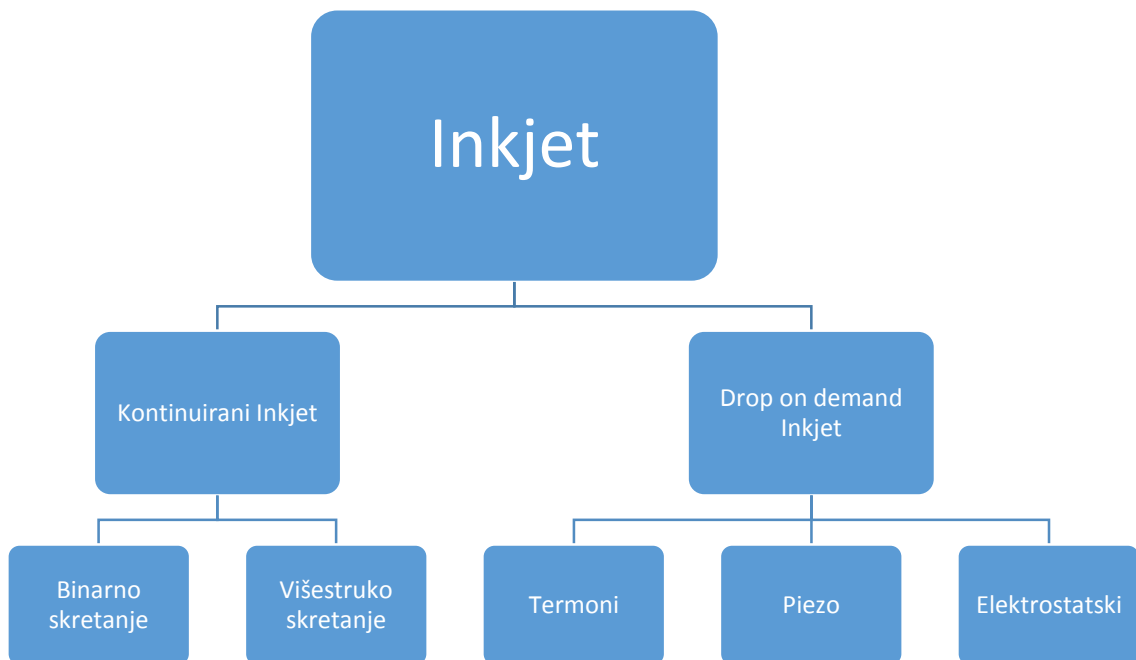
Jednokomponentni toneri sastoje se od polieserinske stiren-akrilne smole (50%) i magnetizirajućeg željeznog pigmenta (50%), a presudnu ulogu u procesu razvijanja tonera ima termoplastična smola koja se pri visokoj temperaturi brzo tali te se hlađenjem brzo skrućuje. Kod dvokomponentnih tonera razlika je u tome da ti sustavi uz sam toner imaju i sitne magnetske čestice koje se nazivaju nosioci. Toner je potrošni materijal koji dijelom ostaje na tiskovnoj podlozi, a dijelom ide u otpad dok nosioc trajno ostaje u sustavu.

Postoje dvije metode proizvodnje suhih tonera; proces toplinskog brušenja i direktnom kemijskom sintezom. Toner proizveden kemijskim putem ima pravilnije čestice sferičnog oblika te daje bolje rezultate u tisku. Debljina sloja suhog tonera na papiru je 6-15  $\mu\text{m}$  po sloju pojedine boje.

Tekući toneri od suhih tonera razlikuju se po svom sastavu jer u sebi sadrže mineralna ulja kao nosioca pigmenta. Iz razloga što su čestice kod tekućih tonera manje nego kod suhih, omogućuju tanji sloj boje, a ujedno daju i veću razlučivost pa time osiguravaju izuzetno veliku kvalitetu tiska. Uporaba tekućih tonera je manja od praškastih najviše iz razloga što ih je teško proizvesti pa time imaju veću cijenu. [3]

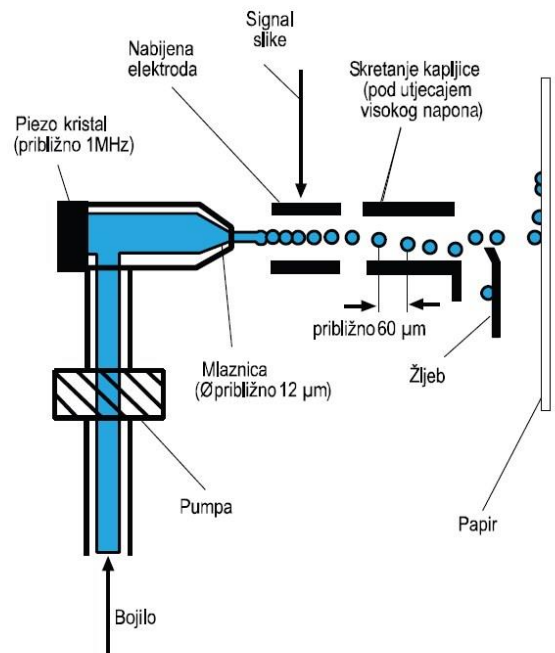
## 2.1.2. Inkjet

Inkjet je tehnologija digitalnog tiska kod koje se bojilo u obliku tekućih kapljica mlaznicama štrca na tiskovnu podlogu (Ink = boja, tinta; Jet = mlaz). Inkjet tehnologija ne zahtjeva posebni bubanj kojim se prenosi informacija (bojilo) na tiskovnu podlogu, već je interakcija između glave i tiskovne podloge indirektna. Dvije su glavne podjele Inkjet tehnologije; kontinuirani Inkjet i *Drop on demand* Inkjet (Slika 2). Bojilo koje se koristi kod Inkjet-a je u većini slučajeva u tekućem stanju, ali ima i bojila koje se prilikom utjecaja temperature tope. [2]

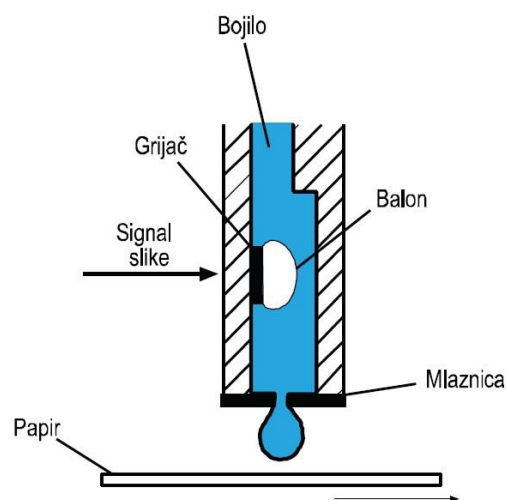


Slika 2 Podvrste Inkjet tehnologije

Razlika između kontinuiranog Inkjeta i *Drop on demand Inkjeta* je u tome što se kod kontinuiranog kapljice konstantno formiraju te se one koje moraju završiti na tiskovnoj podlozi „puštaju“ u prolazu dok se one „nepotrebne“ nabijaju i tako skreću u žlijeb. Kod *Drop on demand* tehnike Inkjet tiska svaka kapljica formira se posebno u određeno vrijeme te se tako ispisuje na tiskovnu podlogu. [3]



Slika 3 Kontinuirani Inkjet



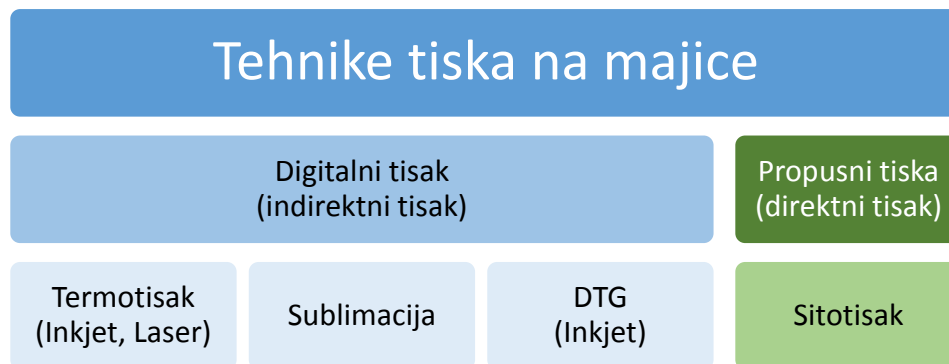
Slika 4 Drop on demand termioni Inkjet

Prednost Inkjet tehnologije u usporedbi s elektrofotografskom je u tome što je Inkjet tehnologija indirektna metoda otiskivanja tako da se može tiskati i na neravne površine, što uključuje i direktan otisak na majice (DTG - *direct to garment*).

S obzirom na sastav postoje dvije glavne vrste bojila za Inkjet pisače; tekuća i taljiva bojila. Podvrste tekućih bojila su bojila na bazi vode, na bazi ulja (solventna) i UV bojila. Tekuća bojila kvalitetnija su i potrebni je tanji nanos na tiskovnu podlogu u odnosu na taljiva bojila. Tekuća bojila penetriraju u samu tiskovnu podlogu i s obzirom na svoj sastav kao solventna bojila najprije isparavaju i apsorbiraju se u tiskovnu podlogu. Struktura bojila također se dijeli u dvije grupe a to su *Dye* bojile i bojila koja u sebi sadrže pigmente. *Dye* bojila su kvalitetnija jer one nemaju čestice u sebi kao pigmentirana bojila, već je boja nosiocu otopljena i potreban je manji nanos bojila na tiskovnu podlogu, a ujedno su i intenzivnija u odnosu na pigmentirana bojila. Nedostatak *Dye* bojila je u tome što nisu svjetlostabilne, brzo blijede kod izlaganja UV svjetlosti. Pigmentna bojila daju bolju postojanost i koriste se kod grafičkih proizvoda gdje je potrebna otpornost na vodu. Glavni nedostatak pigmentiranih bojila je u tome što sadrže sitne čestice koje ponekad znaju biti prevelike pa dolazi do začepljenja ispisne glave Inkjet pisača. [4]



### 3. TEHNIKE TISKA NA MAJICE



Slika 5 Vrste tehnike tiska na majice

#### 3.1. Termotisak

Krajem 20. stoljeća na tržištu se pojavljuju prvi uređaji sposobni za izrezivanje termo folije kao što su flex i flock folije, zatim različiti glitter materijali, fosforni luminus materijali i slični koji se izrezuju u željeni oblik i termo prešom apliciraju na majice na temperaturi od 140 do 200°C. Ovaj postupak je idealan za personalizirane majice te manje proizvodne potrebe, a otisak je relativno jeftin i postojan. Priprema otiska je isključivo vektorska te se u ovoj opciji tiska ne može tiskati iz klasičnog CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Key/Black) i RGB (Red, Green, Blue) sistema. Izrada višebojnog otiska ovom tehnikom je spora, a time i otisak postaje skuplji.

Osim izrezivanja folija i apliciranja na tkaninu, na tržištu se pojavljuju i prve tehnologije printa na specijalne papirne medije, najčešće nazvani preslikači koji se laserskim i Inkjet printerima prenose prvo na papir pa zatim termo prešom apliciraju na tkaninu.

Termo transfer papir ima različite varijacije svoje izrade i sastava, pa se tako razlikuju termo transfer folija/papir za tamne i svijetle majice te termo transfer papir za laserske i Inkjet pisače. Što se tiče sastava u samom papiru/foliji, termo transfer koji je namijenjen za laserske pisače mora podržavati velike temperature da ne bi došlo do taljenja pojedinih slojeva tiskovne podloge usred tiska. Druga razlika je između termo transfer papira za bijele majice te termo transfer folije za tamne majice. Kod tiskanja motiva koji je namijenjen za svijetle majice, motiv se tiska u zrcalnom načinu te se termo transfer papir zajedno s otiskom bez ikakvih predradnji aplicira na majicu, dok se na termo transfer foliji namijenjenoj za crne majice motiv tiska bez zrcaljenja, ali je prije aplikacije na majicu potrebno odvojiti foliju na kojoj se nalazi tisak od nosača (papir).

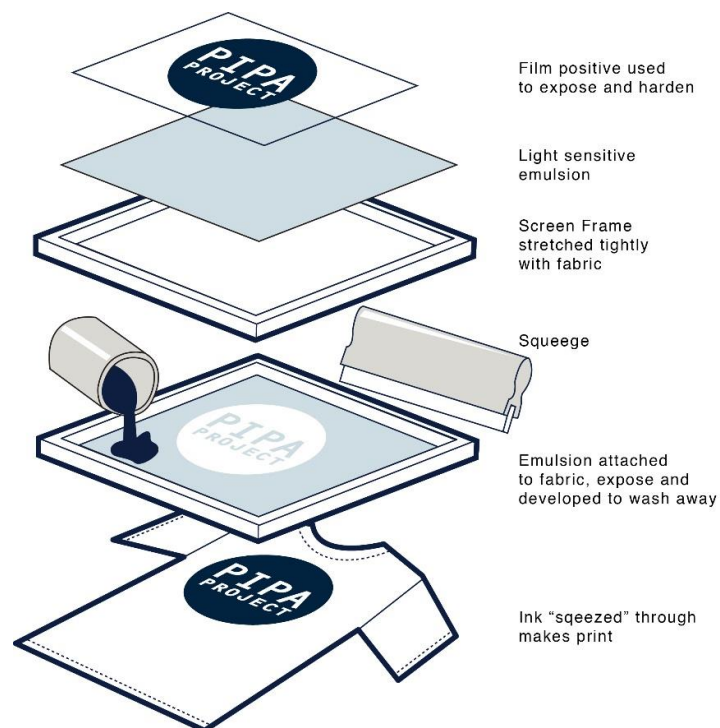
Otisak termotiskom je cjenovno prihvatljiv za personalizirane majice, boje su vrlo oštre i žive (ovise o kvaliteti pisača), a kao nedostatak ove tehnike tiska na majice ističe se postojanost otiska koja je poprilično loša na tamnim majicama. [5][6]

Tablica 1 Prednosti i mane termo folija/papira

<b>Termo folije (flex/flok)</b>		<b>Termo transfer papir</b>	
+	niska cijena otiska kod malih naklada	+	niska cijena otiska kod malih naklada
+	postojan otisak	+	kvalitetan otisak (oštrina i boje)
-	spora izrada višebojnog otiska povisuje cijenu	-	lošija postojanost boje i TT papira

## 3.2. Sitotisak

Sitotisak je prva jednostavna tiskarska tehnika primjenjivana puno prije izuma visokog tiska odnosno Gutenbergovog otkrića pomičnih slova. Ekvivalent tiskovnoj ploči u sitotisku je sito – drveni ili aluminijski okvir sa finom najlonskom mrežom rastegnutom preko njega. Mreža je oslojena sa svjetlosnoosjetljivom emulzijom ili filmom koji kada se osuši blokira rupe u mreži. Tiskovni elementi koji trebaju biti otisnuti prenose se na film osvjetljivačem ili kamerom. Pozitivni film i mreža na situ zajedno se izlažu UV zračenju u osvjetljivaču. Sito se zatim ispiru mlazom vode pod pritiskom koji odstranjuje svjetlosno osjetljivu emulziju koja nije bila stvrdnuta izlaganjem UV zračenju. Rezultat je otvorena matrica koja odgovara tiskovnim elementima prenesenim s filma. Sito se zatim pričvršćuje na stroj tako da visi i može biti dignuto ili spušteno. Tiskovna podloga stavlja se ispod sita, a boja se stavlja na gornju stranu sita. Okvir također služi i kao zid koji zadržava boju na situ. Gumeni nož za skidanje boje učvršćen je na metalnu ili drvenu dršku i zove se rakel, a povlači se preko gornje strane sita kako bi se boja istisnula kroz mrežicu na tiskovnu podlogu. [5][6]



Slika 6 Princip otiskivanja sitotiskom

([http://pipa.triciaflanagan.com/wp-content/uploads/2011/08/screen\\_print\\_diagram.jpg](http://pipa.triciaflanagan.com/wp-content/uploads/2011/08/screen_print_diagram.jpg))

Sitotisk je najčešćija metoda tiska na majice, a ponajviše se koristi kod velikih naklada. Jedan od glavnih nedostataka tehnike sitotiska je velika potrošnja boje zbog velikih nanosa bojila te neisplativost kod malih naklada.

Tablica 2 Prednosti i mane sitotiska

+	postojanost otiska
+	brza izrada i niska cijena kod velikih naklada
-	neisplativost kod malih naklada
-	potrošnja bojila

### 3.3. Sublimacija

Sublimacija je postupak pri kojem se kod zagrijavanja na temperature od oko 200°C boja pretvara u plinovito stanje te prelazi na podlogu. Pri samom postupku slika koja se prenosi stvara stalnu vezu na poliesterskim ili drugim medijima tretiranim s polimerima. Sublimacijska tehnika najviše je prisutna kod izrade sportskih dresova. Slika na dresovima je visoko kvalitetna te se neće oljuštiti, ispucati ili isprati s podloge.

Nemogućnost tiska na pamučne T-shirt majice riješena je Ricoh GelSprinter pisačem koji vrši sublimaciju na pamuk, a rješenje je u posebno formuliranoj boji za Ricoh GelSprinter pisače. ChromaBlast-R je profesionalna boja za digitalni termotisak na pamučne proizvode, boje su vrlo intenzivne, mekane na dodir, a otisak je vrlo postojan. Investicija u ChromaBlast-R je neusporedivo niža od investicija u DTG printere, a nedostatak je nemogućnost ispisa na tamne T-shirt majice. [5][6]

Tablica 3 Prednosti i mane sublimacije

+	niska cijena uređaja i otiska
+	odlična postojanost otiska
+	vrlo žive boje
-	nemogućnost tiska na tamne t-shirt majice



Slika 7 Primjer sublimacijskog tiska  
(<http://www.hiwtc.com/photo/products/30/01/05/10552.jpg>)

### 3.4. DTG

Pojavom DTG (engl. Direct to Garment) printera, tisak majica poprima novu dimenziju. Color otisak se direktno prenosi na majicu. Personalizirane majice se izrađuju prilično brzo i po prihvatljivoj cijeni. Moguća je izrada foto majica, kao i print bijelom bojom na tamne majice. Sam otisak je oštar i jasan, živih boja, mekan na dodir i otporan na pranje. Nema razlike u cijeni zbog pripreme, pa stoga nema niti minimalne količine naklade, porasta cijene zbog povećanja broja boja i slično.

Na tržištu ima popriličan broj proizvođača. Najveći dio printera je baziran na Epsonovim DX5 print glavama, odnosno tehnologiji koju koriste je Epsonov model 4880. Razlike od printera do printera su konstrukcijske i programske, a nedostaci su tretiranje tamnih majica prajmerom te komplikacije sa održavanjem bijele boje. [5][6]

Tablica 4 Prednosti i nedostaci DTG tiska

+	prihvatljiva cijena otiska kod malih naklada
+	postojan otisak
+	vrlo žive boje
-	visoka cijena uređaja
-	zahtjeno održavanje uređaja s bijelom bojom
-	primer bijela na tamnim majicama



Slika 8 DTG pisac

([http://i00.i.aliimg.com/wsphoto/v1/717856562\\_1/Lower-Price-High-Quality-Easy-handle-Atuomatic-Multicolor-DTG-printer-Inject-Flatbed-Printer-Machine.jpg](http://i00.i.aliimg.com/wsphoto/v1/717856562_1/Lower-Price-High-Quality-Easy-handle-Atuomatic-Multicolor-DTG-printer-Inject-Flatbed-Printer-Machine.jpg))

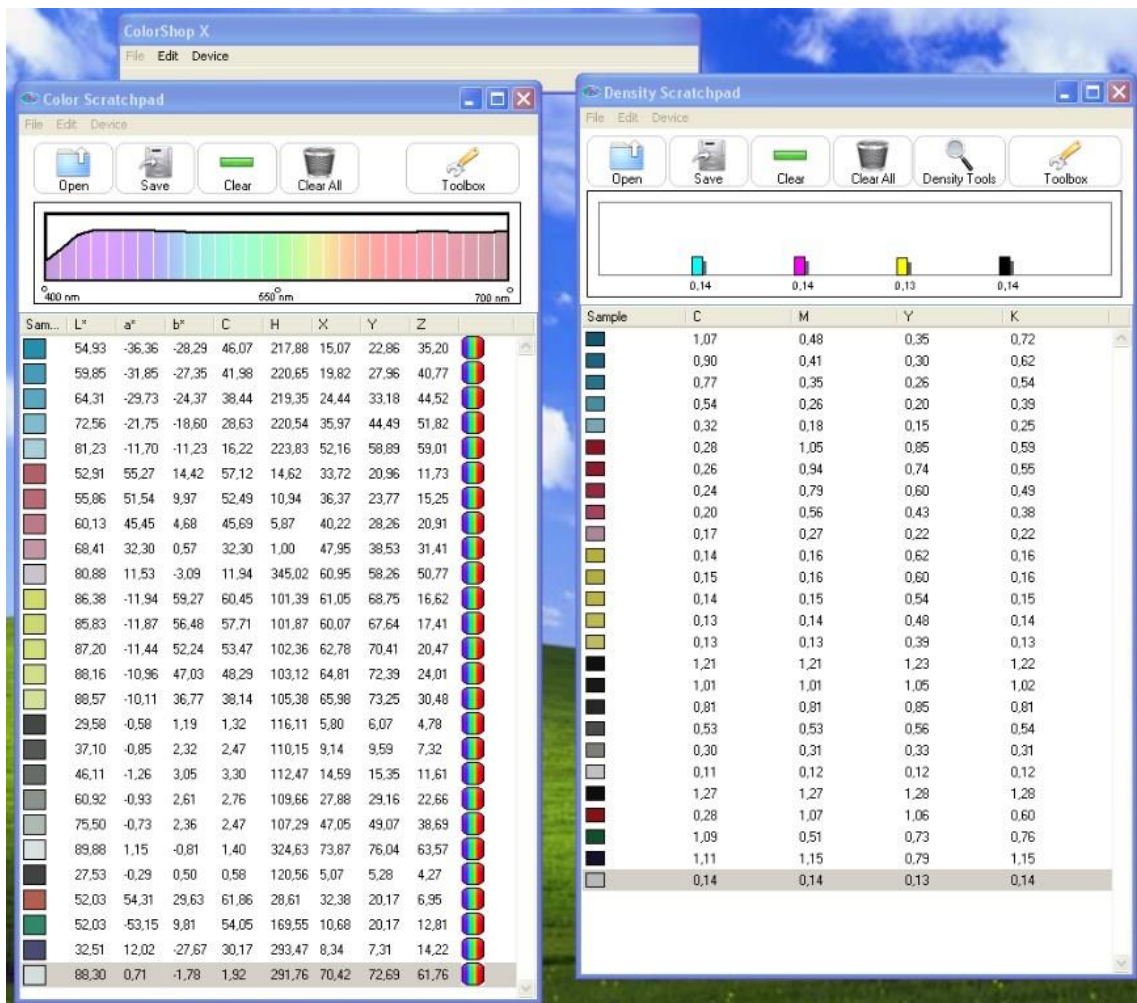
## 4. EKSPERIMENTALNI DIO

Eksperiment na kojem se temelji ovaj rad obuhvaća pripremu za tisak zbog usporedbe različitih boja sa različitim RTV vrijednostima te kvalitetu tiska i aplikacija na majicama koja se jednim dijelom provjeravala različitom debljinom linija u samoj pripremi. Tisak se vršio na različitim digitalnim pisačima (Laserski pisač – Canon ImagePress C1+, Inkjet – Roland SP-300 i DTG – FreeJet 320 TX) tako da međusobno nije bilo moguće uspoređivati spektralne vrijednosti boja, već se kvaliteta i postojanost uspoređivala vizualnim doživljajem. Spektrofotometrijska mjerenja su provedena na svim otisnutim majicama. Sve termo transfer folije tiskane na laserskom pisaču bile su otisnute prema specifikacijama koje je odredio proizvođač te s istim postavkama pisača.

Nakon tiska motiv se termo prešom DIPA MG-3 aplicirao na dvije crne majice i 3 bijele majice po već prije zadanim postavkama koje je propisao proizvođač. Na otiscima koji su aplicirani na majicu provedena su spektrofotometrijska mjerenja zbog kasnijeg mjerenja promjene boje uslijed pranja. Majice su podvrgnute trima pranjima u perilici rublja tako da se jedna crna majica prala na 40°C okrenuta naopako, druga na 60°C okrenuta naopako, dok su se bijele majice prale na 40°C okrenuta naopako, 40°C neokrenuta i 60°C majica okrenuta naopako.

Nakon svakog pranja provedena su spektrofotometrijska mjerenja te se kasnije izračunavala promjena boje uslijed količine pranja i temperature pranja. Mjerenje se vršilo spektrofotometrom X-rite i1 Pro uz odgovarajući softver, Color Shop X (Slika 9). Spektralne i kolorimetrijske vrijednosti upisivale su se u Notepad datoteku da bi se kasnije prebacile u Excel gdje se izračunavao  $\Delta E_{2000}$  i generirale spektralne krivulje.

Kvaliteta otiska se također ocjenjivala subjektivnim vizualnim doživljajem na ukupno 10 ispitanika iz razloga kako bi se dobila predodžba mogućih budućih kupaca takvih proizvoda s obzirom na tisak na majice. Majice su ispitanicima bile predstavljane po redosljedu pranja: neoprana majica, oprana preokrenuta majica na 40°C, oprana neokrenuta majica na 40°C i oprana preokrenuta majica na 60°C gdje su ispitanici svojim doživljajem i procjenom morali odlučiti koja je tehnika tiska na majice u korelaciji s termo transfer papirom po njima nakvalitetnija i s kojim razlogom. Podaci su se formirali u tablice i predstavljeni su grafovima.



Slika 9 Softver za spektrofotometrijsko i denzitometrijsko mjerenje, Color Shop X



Slika koja se otiskivala na majice sadržavala je (Slika 10):

- CMYK crna (C=100%, M=100%, Y=100%, K=100%)
- Tekst (K=100%)
- C, M, Y, K boje sa različitim RTV vrijednostima (100%-20%)
- R, G, B boje
- različite debljine linija crne (CMYK ili samo crna)
- C, M, Y linije

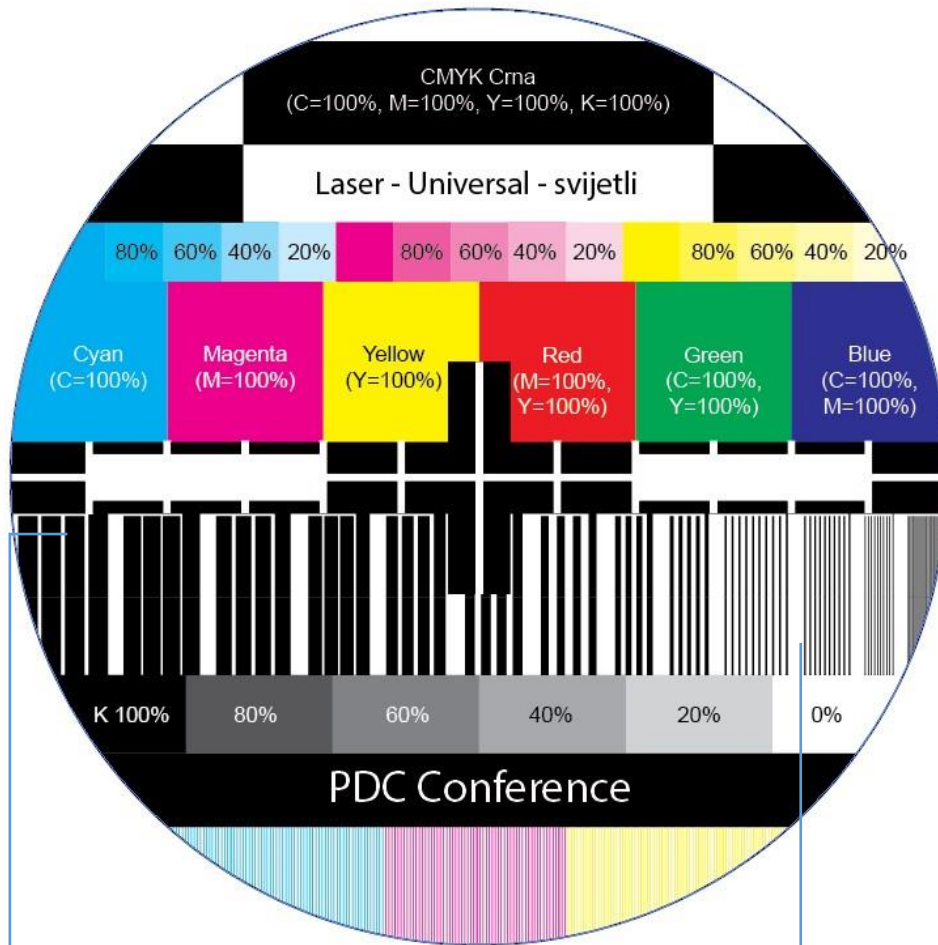
Priprema je napravljena tako da sadrži procesne boje (CMYK) sa različitim RTV vrijednostima koje se upotrebljavaju u tisku, RGB boje, CMYK crna i K crna kako bi se vidjela razlika u postojanosti pojedine boje, linije različite debljine i definicije crne te je na pojedinim otiscima stavljen clear toner kao peta boja.

Sve pripreme imale su permutaciju u tekstu koji se nalazio na njima iz razloga kako bi se razlikovalo vrste termo transfer folija tj. o kojem papiru se radi.

**Primjer:**

Laser - Univerzal – Svijetli  
(tehnika tiska – vrsta folije – tamna/svijetla majica)

Dizajn je konvertiran je u CMYK sustav boja s profilom Fogra 39 te spremljen kao.pdf file. Kod tiska na laserskom pisaču Canon C1+ trebalo je paziti na postavke uređaja koje su bile propisane u specifikacijama proizvođača folija. Svaka termo transfer folija imala je gotovo drugačije postavke odabira papira. Isto tako, različitim postavkama uređaja dobili su se i različiti rezultati tiska pa stoga kasnije nije bilo moguće uspoređivati spektralne vrijednosti boja različitih folija na istoj majici.



Različita debljina linija C=100%, M=100%, Y=100%, K=100%

Različita debljina linija K=100%

Slika 10 Primjer pripreme za tisak

Tisak na majice vršio se na tri različita pisača.

**Canon imagePRESS C1+** je digitalni laserski pisač čiji se rad bazira na principu suhog tonera koji se elektrostatičkim putem preko nabijenog ITB-a (Image Transfer Belt) prenosi na tiskovnu podlogu (Slika 11). Prijenos informacije na tiskovnu podlogu uzrokuje velike temperature u samom uređaju pa stoga i tiskovne podloge moraju biti specificirane za ovu vrstu pisača. Ovaj pisač osim CMYK boja (tonera) koristi i petu boju, tj. clear toner koji daje nove mogućnosti u digitalnom tisku kao što je imitacija UV laka, mat i metallic efekata. Najveći format ispisa pisača je SRA3+, tj. 483x330 mm, a gramaturno je ograničen na 350 g/m<sup>2</sup>. Tisak se vršio na termo transferne folije bez ulja te se naknadno termo prešom vršio transfer na majice. [7]



Slika 11 Elektrofotografski (Laserski) pisač Canon C1+ ([http://202.67.224.140/pdimage/91/2431891\\_c1.jpg](http://202.67.224.140/pdimage/91/2431891_c1.jpg))

**FreeJet 320 TX** - DTG (Direct to Garment) Piezo Inkjet DOD (Drop on Demand) pisač koji direktno vrši ispis na tkaninu. Pisač radi na bazi solventnog bojila koje se penetracijom i hlapljenjem fiksira na tiskovnu podlogu, tj. tkaninu (pamuk, svila, vuna...) (Slika 12). Radna temperatura pisača je od 10-35°C. Rezolucija pisača je 720 x 2880 dpi, koristi 8 bojila (CMYK + 4 bijele), a maksimalan format ispisa je 305x457 mm. Ovaj printer je jedan od najprodavanijih DTG printera u Europi. Prosječna brzina ispisa A4 formata ovog pisača je u 90 sekundi. U ovom slučaju majicu je trebalo fiksirati na uređaj te se tisak vršio direktno. [8]



Slika 12 DTG pisač FreeJet 320 TX  
([http://202.67.224.134/pdimage/32/3636632\\_frejettx330.jpg](http://202.67.224.134/pdimage/32/3636632_frejettx330.jpg))

**Roland SP-300** je Piezo Inkjet pisač velikog formata i rezač (cutter) folija. Boje koje se koriste su eko solventne za koje nije potreban dodatan ventilacijski uređaj (Slika 13). Maksimalna širina ispisa je 736 mm širine, a dužina mu je ograničena samom dužinom role tiskovne podloge. Rezolucija uređaja je 720 x 1440 dpi te koristi 4 boje (CMYK). Tisak se vršio na foliju, a kasnije se pomoću termo preše vršio transfer na majicu. [9]



Slika 13 Inkjet pisač Roland SP-300  
(<http://technoletterage.com/ESW/Images/Roland-SP-300V.jpg>)

**DIPA MG-3 Termo preša** – je poluautomatska ručna termo preša sa jedinstvenim elektromagnetskim sustavom koji automatski podiže gornju ploču po završetku prešanja, tj. čim timer završi ciklus, a koristi se isključivo za tkanine (Slika 14). Timer se postavlja digitalno isto kao i temperatura prešanja koja maksimalno iznosi 250°C. Format ploče koja vrši prešanje iznosi 400x500mm te je to ujedno i najveći format za prešanje majica. [10]



Slika 14 Termo preša DIPA MG-3  
(<http://www.digitalpartner.hr/images/content/termo-prese/mg.jpg>)

**X-Rite i 1Pro** – je spektrofotometar sa spektralnim rasponom od 380 do 730 nm kojim je vršeno mjerenje uzoraka na majicama (Slika 15). Prije svakog mjerenja uređaj je bio kalibriran na standardnoj bijeloj podlozi. Mjerena je refleksija odabranih uzoraka na majici, a kao rezultati mjerenja dobivene su  $L^*a^*b^*$  vrijednosti koje su bile prikazane u ColorShop X programu na računalu. [11]



Slika 15 Spektrofotometar X-Rite i1 Pro  
([http://www.tftcentral.co.uk/images/i1\\_pro/4.jpg](http://www.tftcentral.co.uk/images/i1_pro/4.jpg))

Termo transferne folije tj. papir koristio se od više proizvođača. Za laserski print koristio se Njemački Forever koji se isključivo bavi proizvodnjom termo transfera te dodatne opreme za termo tisak, Yosan iz Španjolske te Rayfilm iz Češke, dok se za Inkjet tisak koristio Poli-tape i Siser koji su nadaleko poznati i izdvojeni proizvođači termo transfernih papira, tj. folija.

Tablica 5 Specifikacije za aplikaciju folija/papira na svijetle majice

### **Svijetli**

	Temperatura preše	Vrijeme preše	Temperatura pranja
Laser Univerzal	200°C	10-15 sec	40°C
Laser Five Star Univerzal	200°C	30 sec + 20 sec*	60°C
Laser Yosan	180°C	10-15 sec	40°C
Inkjet Poli-tape	165°C	15 sec	40°C
DTG	165°C	120 sec	30°C

Tablica 6 Specifikacije za aplikaciju folija/papira na tamne majice

### **Tamni**

	Temperatura preše	Vrijeme preše	Temperatura pranja
Laser Dark	200°C	80 sec	40°C
Laser New Generation	200°C	30 sec + 20 sec*	60°C
Laser Rayfilm	140°C	20 sec	30°C
Inkjet Siser	150°C	15 sec	50°C
DTG	165°C	20 sec	30°C

**Termo transfer Five Star Univerzal** – je visoko kvalitetan termo transferni papir koji se koristi za apliciranje motiva na svijetle T-shirt ili polo majice te različite materijale koje imaju tekstilnu površinu. Namijenjen je za laserske pisače te podržava velike temperature. U odnosu na termo transfer Univerzal sadrži deblji premaz pa time podržava veće temperature pranja od ostalih termo transfera. [12]

Temperaturanja pranja: 60°C

Gramatura: 155 gr/m<sup>2</sup>

**Termo transfer Univerzal** – je termo transfer papir koji se koristi za laserske pisače jer podržava velike temperature kod otiskivanja. Upotrebljava se kod svijetlih tkanina i mekan je na dodir. [12]

Temperaturanja pranja: 40°C

Gramatura: 145 gr/m<sup>2</sup>

**Termo transfer Yosan** – na stranicama proizvođača nema dostupnih specifikacija za termo transfer papir

Temperaturanja pranja: 40°C

Gramatura: -

**Inkjet Poli-tape, Poli-Flex 4015** – izrazito kvalitetna termo folija koja se koristi za Inkjet ECO Solventne i Solventne pisače. Koristi se za svijetle i tamne tkanine. [13]

Temperaturanja pranja: 40°C

Gramatura: 100 gr/m<sup>2</sup>



**Termo transfer Laser Dark** – bijeli neproziran termo transfer za aplikaciju motiva na crni tekstil, kožu ili traper. Namijenjen je za novu generaciju laserskih pisača i pisača na bazi ulja te je otporan na velike temperature. Odlikuje ga velika postojanost boje prilikom pranja kod tiska laserskim pisačima na bazi ulja. Kod termo transfer folija koje su namijenjene za tisak na tamne tkanine print se ne vrši reflektirajući (mirror) jer se folija s papira prije aplikacije na majicu skida i pomoću silikonskog papira stavlja na istu. [12]

Temperaturanja pranja: 40°C

Gramatura: 220 gr/m<sup>2</sup>

**Termo transfer New Generation** – termo transfer razvijen za tisak na laserskim pisačima koji nisu na bazi ulja s odlikom postojanosti boja kod pranja i veće temperature (60°C). U svojstvima proizvoda navedeno je da je najveća temperatura pranja 60°C, dok u uputama za tisak piše kako je optimalna temperatura pranja 40°C. [12]

Temperaturanja pranja: 40/60°C

Gramatura: 220 gr/m<sup>2</sup>

**Termo transfer Rayfilm** – koristi se za tamne tkanine, a tiskati se može na većini laserskih pisača. Kod ovog termo transfer papira temperatura pranja je niža kod ostalih proizvođača, a iznosi 30°C. Kako proizvođač navodi, postojanost otiska ostaje „briljantna“ i nakon nekoliko pranja.

Temperaturanja pranja: 30°C

Gramatura: -

**Inkjet Siser** – talijanski proizvođač specijaliziran za termo transfer folije. Termo transfer folija sastoji se od PVC-a a namjenjena je za tisak pomoću Inkjet solventnih i eco solventnih pisača. Odlikuje se iznimnom postojanošću otiska i same folije, a temperatura pranja je malo viša od prosjeka. [14]

Temperaturanja pranja: 50°C

Gramatura: 170 gr/m<sup>2</sup>

## 5. REZULTATI I DISKUSIJA

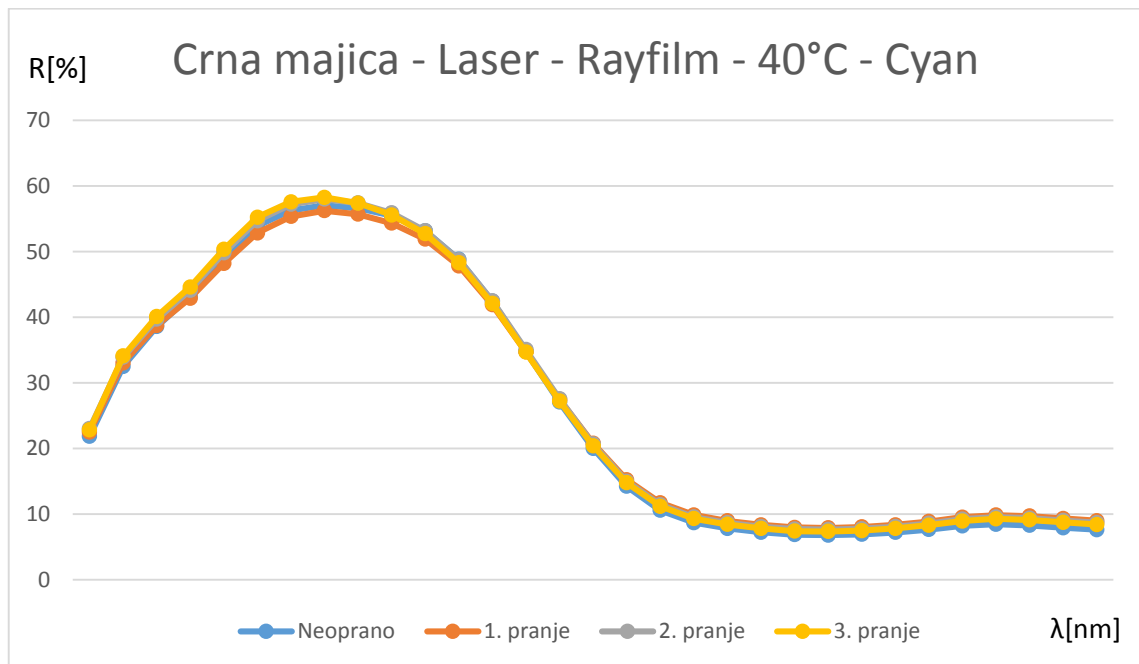
Pretpostavka je da se boja sa majica, tj. termo transfernog papira tijekom pranja skidati zbog utjecaja toplinskih, mehaničkih i kemijskih utjecaja koji se dešavaju u samoj perilici. Sve majice bile su podvrgnute pranju od ukupno tri puta, dio njih na 40°C, a dio na 60°C. S obzirom na drugačije postavke pranja po pojedinoj majici, rezultati su pokazali koja je tehnika tiska na majice, tj. termo transfer folija/papir najpostojanija.

U radu je uspoređivano ukupno 10 boja:

- Cyan
- Magenta
- Yellow
- Black 100%
- Black 60%
- Black 40%
- Black (CMYK) 100%
- Red
- Green
- Blue

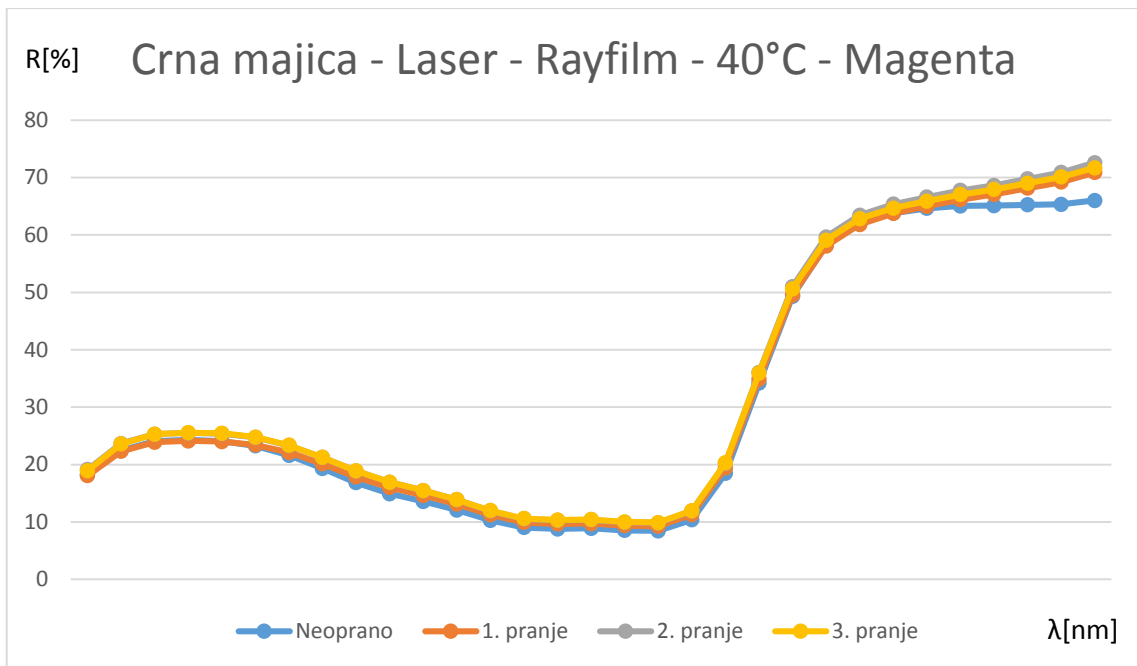
Navedene boje bile su uspoređivane iz razloga što su CMYK primarne boje u tisku, crna na 40% i 60% uzeta je iz razloga što je kod nekih otisaka došlo do krivog sivog balansa unatoč tome što je uzorak podešen da sadrži samo crnu boju, CMYK crna za usporedbu sa običnom crnom i RGB boje da se vidi koliko miješanje boja utječe na postojanost tiska tijekom pranja.

## 5.1. Primjer i objašnjenje rezultata

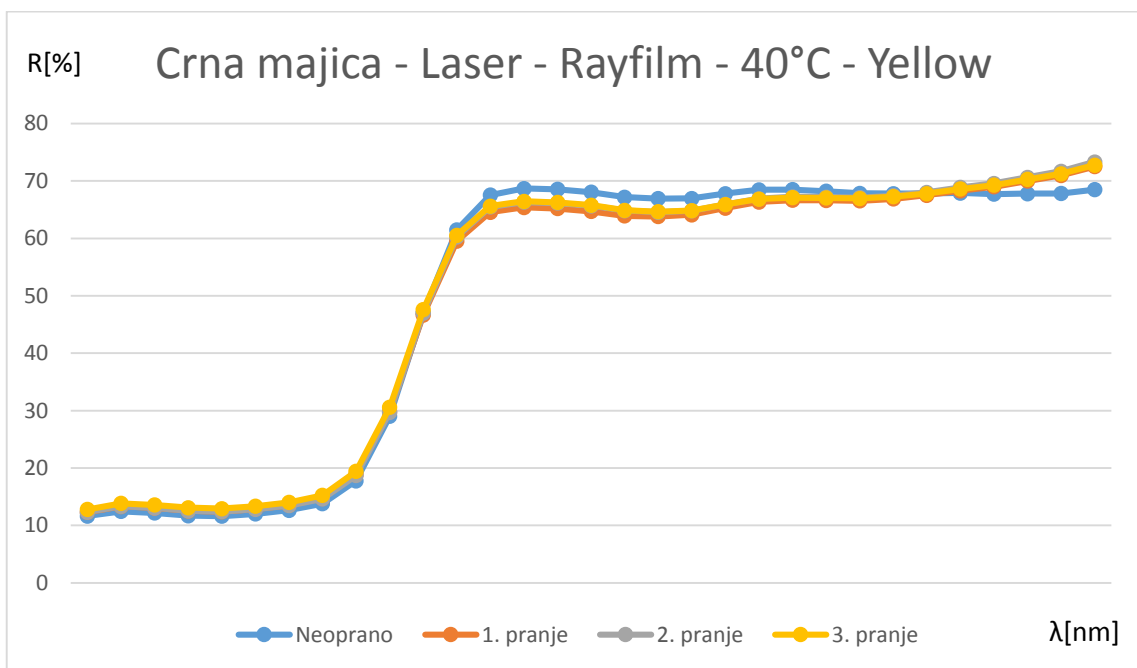


Slika 16 Crna majica - Laser - Rayfilm - 40°C – Cyan

Kao prvi primjer prikazani su rezultati koji su bili izmjereni na crnoj majici, termo transfera Rayfilm printanog na laserskom pisaču, a majica je bila prana preokrenuta na 40°C. Na slici broj 16 prikazana je spektralna krivulja cyan boje neoprane majice kroz 3 pranja. Vidi se da je odstupanje u obojenju dosta malo u zelenoplavom dijelu spektralne krivulje, dok se crveni i žuti dio spektralne krivulje zanemaruje zbog malih postotaka faktora refleksije. Kod rezultata dobivenih za magenta boju vidljivo je odstupanje od početne vrijednosti (neoprane majice) na spektralnoj krivulji u crvenom dijelu odmah nakon prvog pranja dok je nakon drugog i trećeg pranja odstupanje u boji minimalno (Slika 17).

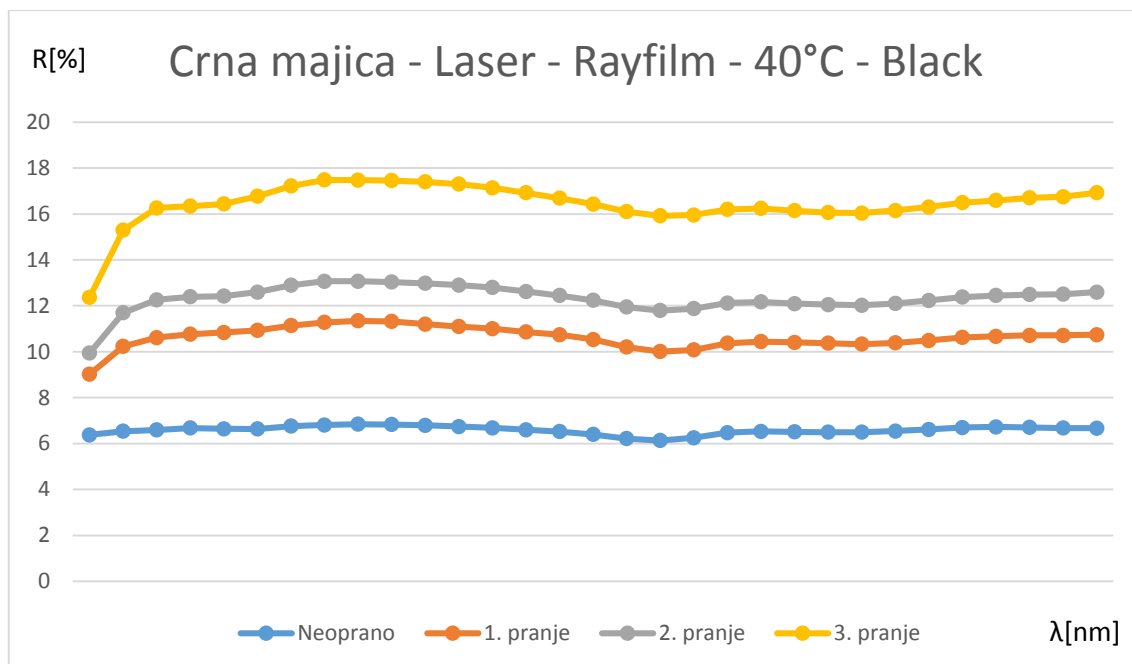


Slika 17 Crna majica - Laser - Rayfilm - 40°C – Magenta



Slika 18 Crna majica - Laser - Rayfilm - 40°C – Yellow

Kod spektrofotometrijske krivulje za žutu boju vidljiv je manji postotak faktora refleksije nakon prvog pranja gdje se pretpostavlja da je termo transfer folija dobila malo obojenje od tamnih majica koje su prane zajedno gdje krivulja i nakon drugog i trećeg pranja ostaje gotovo identična prvome pranju (Slika 18).



Slika 19 Crna majica - Laser - Rayfilm - 40°C – Black

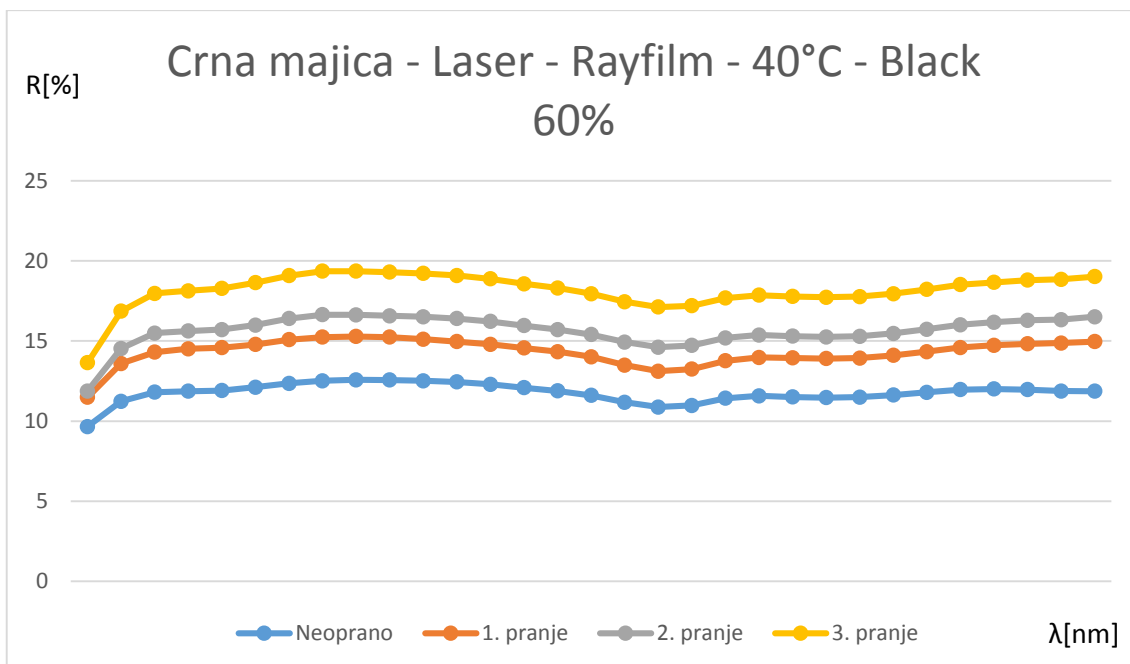
Crna boja sa termo transfer papirom tiskana laserskim pisačem tijekom pranja daje najveća odstupanja gdje je crna boja nakon trećeg pranja jednaka 50% RTV vrijednosti crne boje otisnute na ovoj vrsti termo transfera. Iz ove slike zaključuje se kako količina nanosa boje izrazito negativno utječe na postojanost otiska tijekom pranja iako je majica prana prema uputama proizvođača. Na fotografijama majice također je vidljiva slaba kvaliteta ovog termo transfer papira gdje se na pojedinim mjestima vide fizička oštećenja koja su nastala tokom pranja (Slika 20).



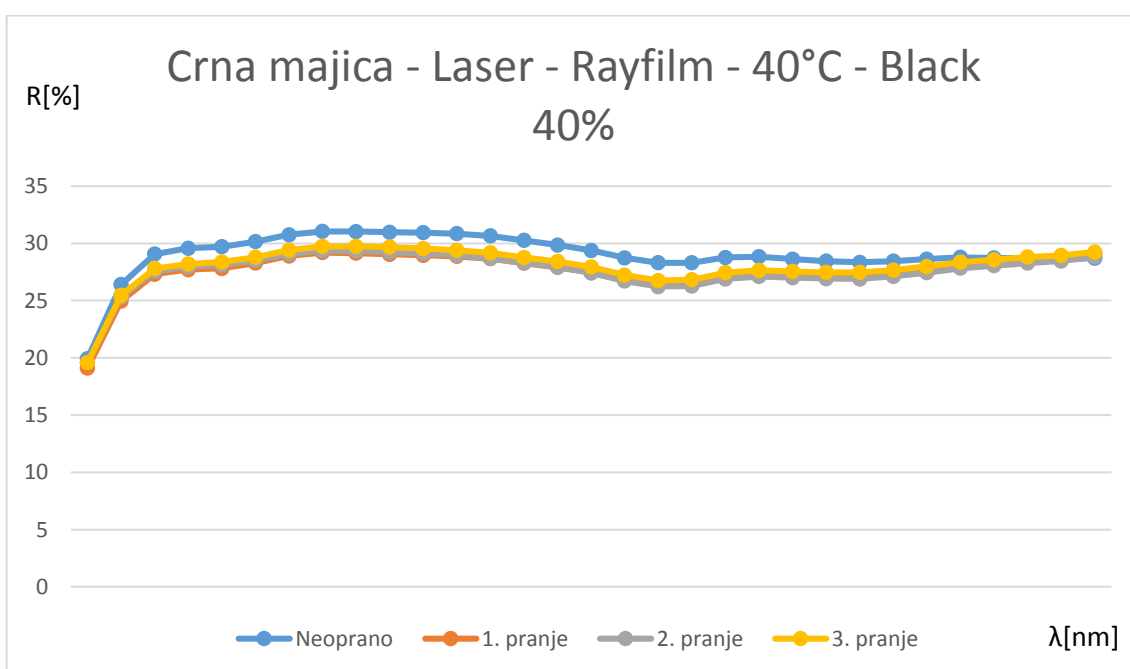
Slika 20 Proces pranja tamne majice - Laser - Rayfilm - 40°C

(Neoprano, prvo, drugo i treće pranje)

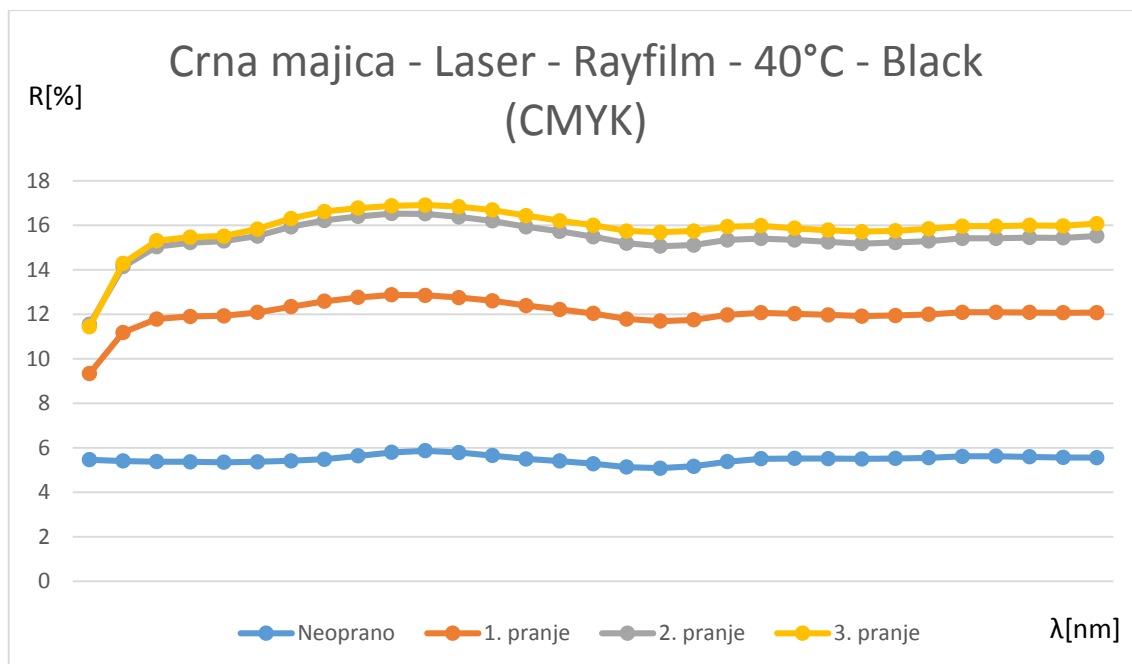
Mjerena je također i crna boja sa RTV od 40% i 60% te je vidljivo kako je odstupanje faktora refleksije tijekom pranja manje ako je manji nanos boje; tako crna boja sa RTV od 60% ima odstupanja slična crnoj RTV-a 100%, dok je kod crne boje s RTV od 40% ta razlika znantno manja (Slika 21, 22).



Slika 21 Crna majica - Laser - Rayfilm - 40°C – Black RTV 60%



Slika 22 Crna majica - Laser - Rayfilm - 40°C – Black RTV 40%



Slika 23 Crna majica - Laser - Rayfilm - 40°C – Black (CMYK)

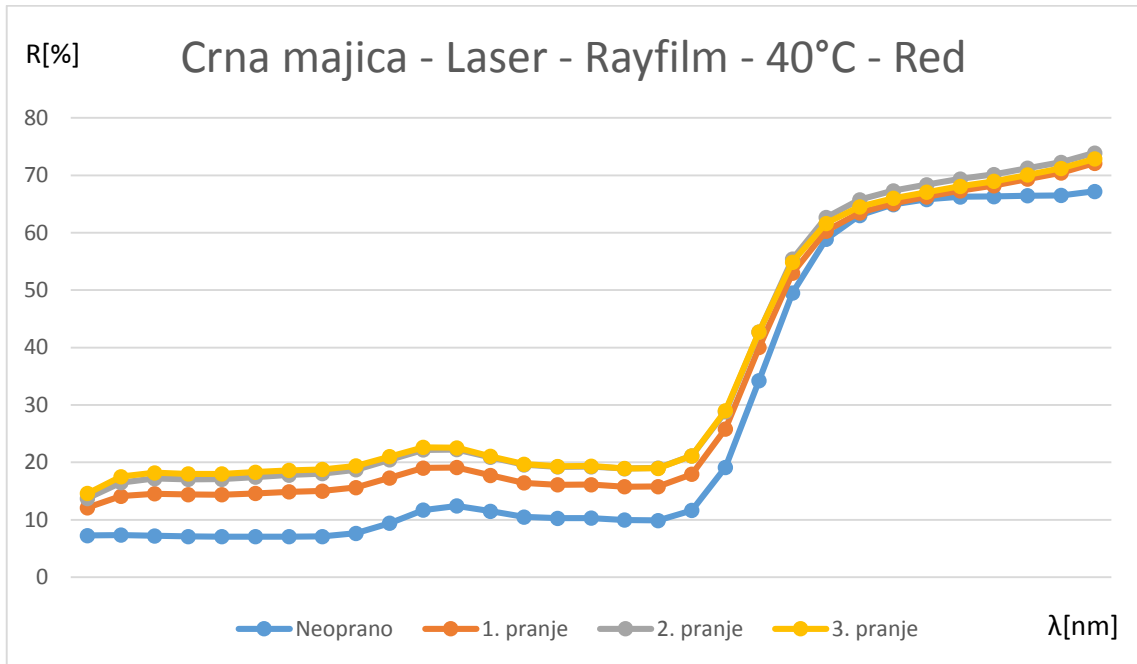
Slična situacija, ali s većim odstupanjem u odnosu na čistu crnu boju vidljiva je i na slici 23 gdje je uspoređivana crna boja ali iz CMYK-a (100% svih procesnih boja). Postojanost boje izrazito je mala i kvaliteta termo transfer folije Rayfilm uspoređena je s čistom crnom i CMYK crnom gdje je  $\Delta E_{0-1(\text{crna})}=6,84$  u odnosu na  $\Delta E_{0-1(\text{CMYK crna})}=11,15$ . Zbog veće pokrivenosti tiskovne podloge u slučaju sa CMYK crnom bojom to je i slabija postojanost tijekom pranja. Cijela usporedba crne i CMYK crne vidljiva je u tablici broj 7.

Tablica 7 Kolorimetrijska razlika tokom pranja za crnu i CMYK crnu boju

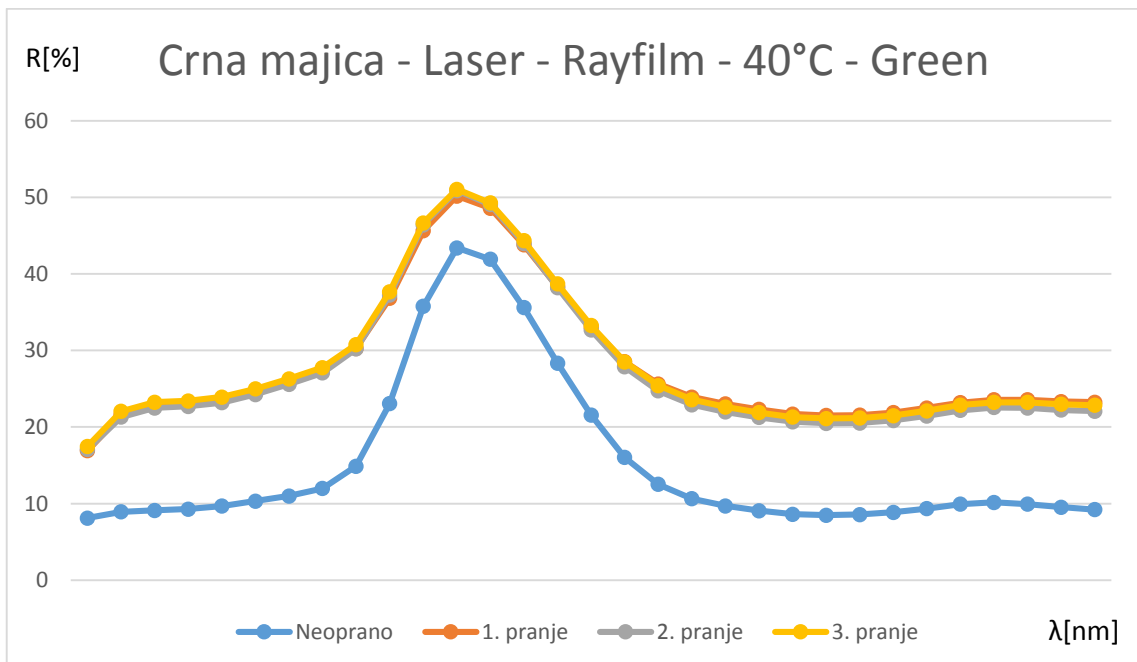
	$\Delta E$ Crna (K=100%)	$\Delta E$ CMYK crna (C=100%, M=100%, Y=100% K=100%)
1. pranje	6,84	11,15
2. pranje	9,34	15,74
3. pranje	14,87	16,41

Nadalje, kod crvene (M=100%, Y=100%), zelene (C=100%, Y=100%) i plave boje (C=100%, M=100%) vidljivi su slični rezultati zbog pokrivenosti boje od 200% uz također oštećenja na samoj termo transfer foliji. Može se zaključiti da je kolorimetrijska razlika s povećanjem pranja veća iz razloga oštećenja termo transfer folije na mjestu na kojem na površinu dolazi bijela folija pa uređaj mjeri veću refleksiju te u slučaju u kojem površina

ima manje zasićenje boje gdje su ta oštećenja manje vidljiva te tako kolorimetrijska razlika nije velika (Slika 24,25,26).

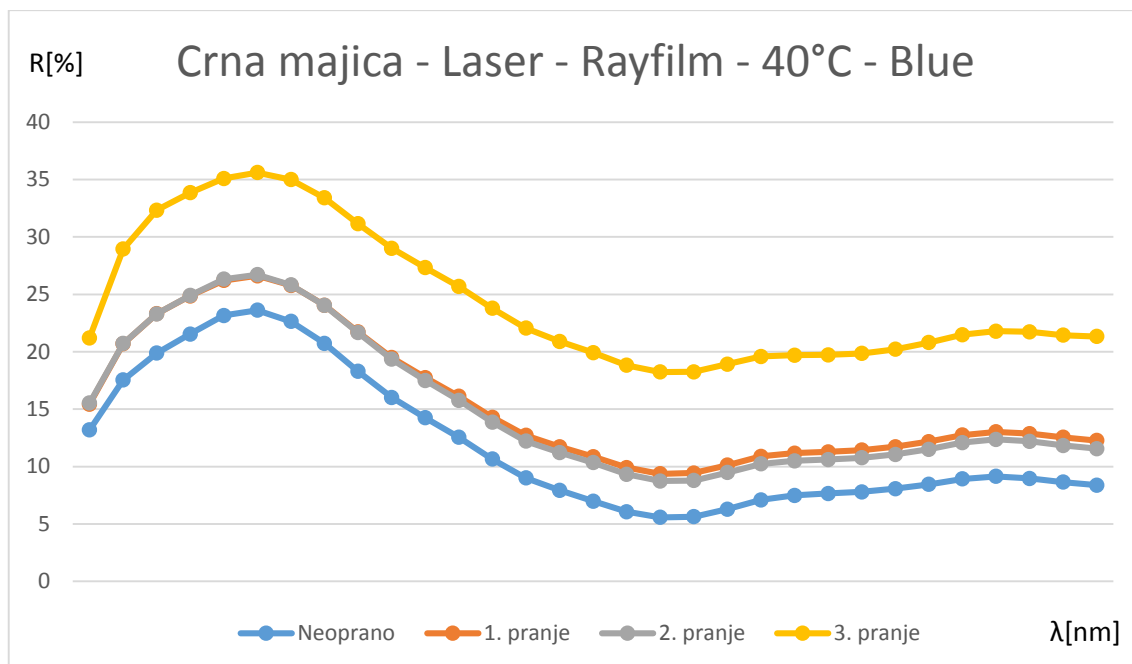


Slika 24 Crna majica - Laser - Rayfilm - 40°C – Red



Slika 25 Crna majica - Laser - Rayfilm - 40°C – Green





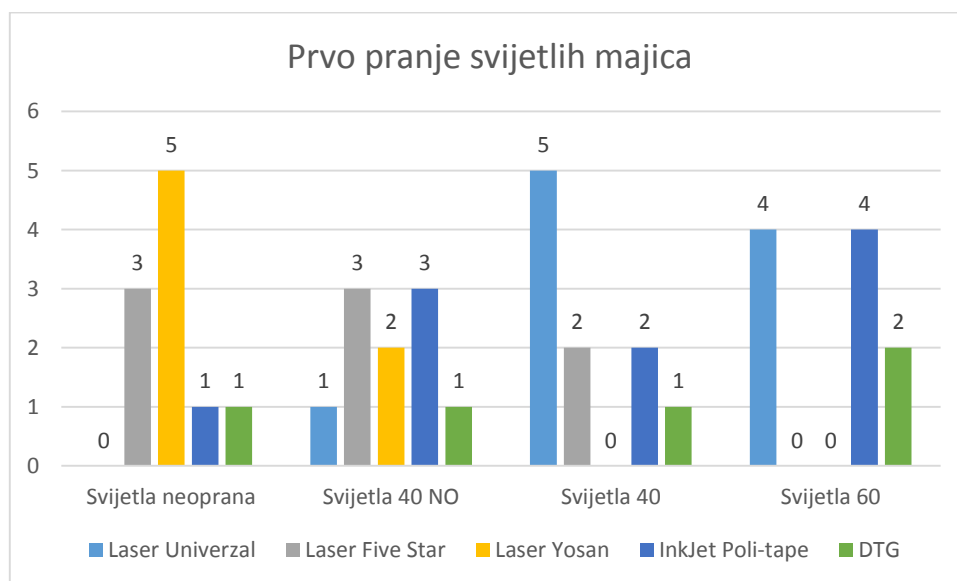
Slika 26 Crna majica - Laser - Rayfilm - 40°C – Blue

Kada se rezimiraju svi rezultati, zaključak je da se većina promjene u boji dešava odmah nakon prvog pranja što rezultira lošom postojanošću boje na Rayfilm foliji uz jako loše mehaničke sposobnosti ove termo transfer folije, iako proizvođač garantira dobru postojanost tijekom nekoliko pranja uz zadovoljeno pravilno tretiranje.

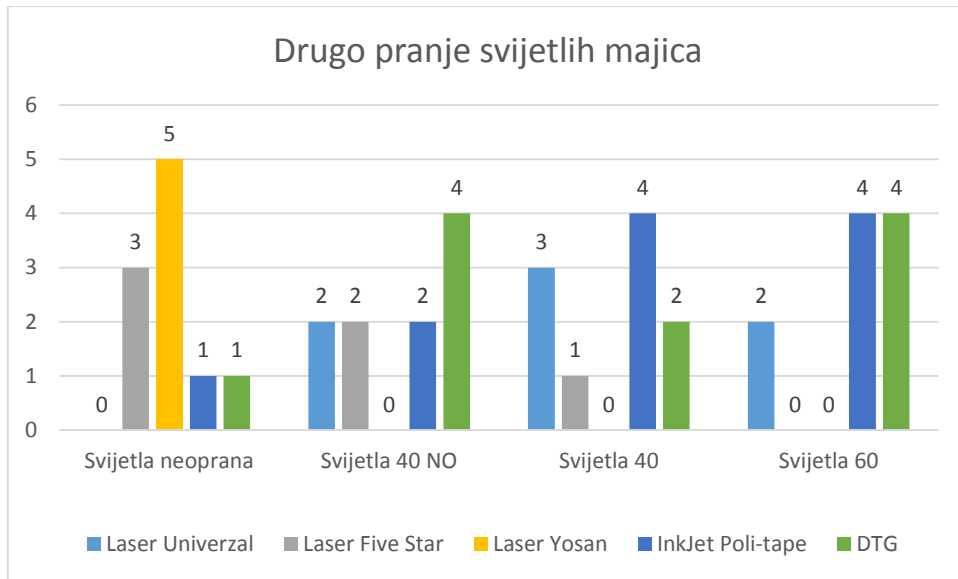
## 5.2. Svijetle majice

### 5.2.1. Tehnika tiska na svijetle majice s najboljim odlikama

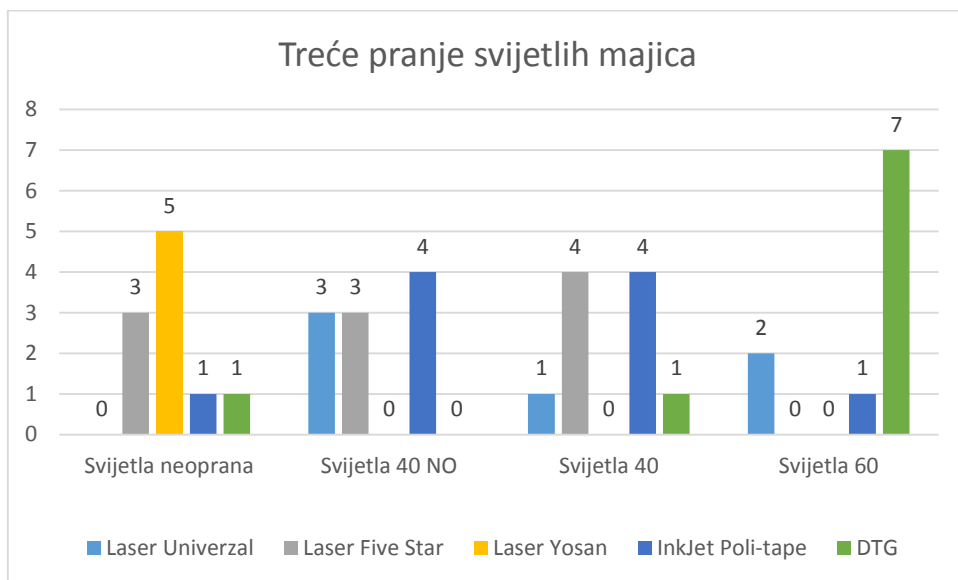
U ovom eksperimentalnom radu bile su prane ukupno tri (neokrenuta na 40°C, okrenuta na 40°C i okrenuta na 60°C) majice s ukupno pet različitih otisaka na njima. Prema anketi koja je rađena za vizualno određivanje kvalitete tiska ni jedna vrsta tiska nema dosljedne rezultate kroz sva tri različita pranja. U anketi, pola ispitanika za kvalitetu tiska dalo je najbolju ocjenu termo transfer papiru Yosan na neopranoj majici tiskanom na laserskom pisaču, dok se kasnijim pranjem ta kvaliteta potpuno izgubila. Pošto se u radu ocjenjuje postojanost otiska, za najpostojaniji tisak kroz sva tri pranja na različite načine može se zaključiti da DTG tisak na svijetlim majicama daje najbolje rezultate što se tiče postojanosti. Prema anketi, DTG tisak najbolje rezultate ima nakon trećeg pranja na 60°C gdje su sve ostale tehnike potpuno podbacile, a DTG je ostao najkvalitetniji (Slika 27,28,29).



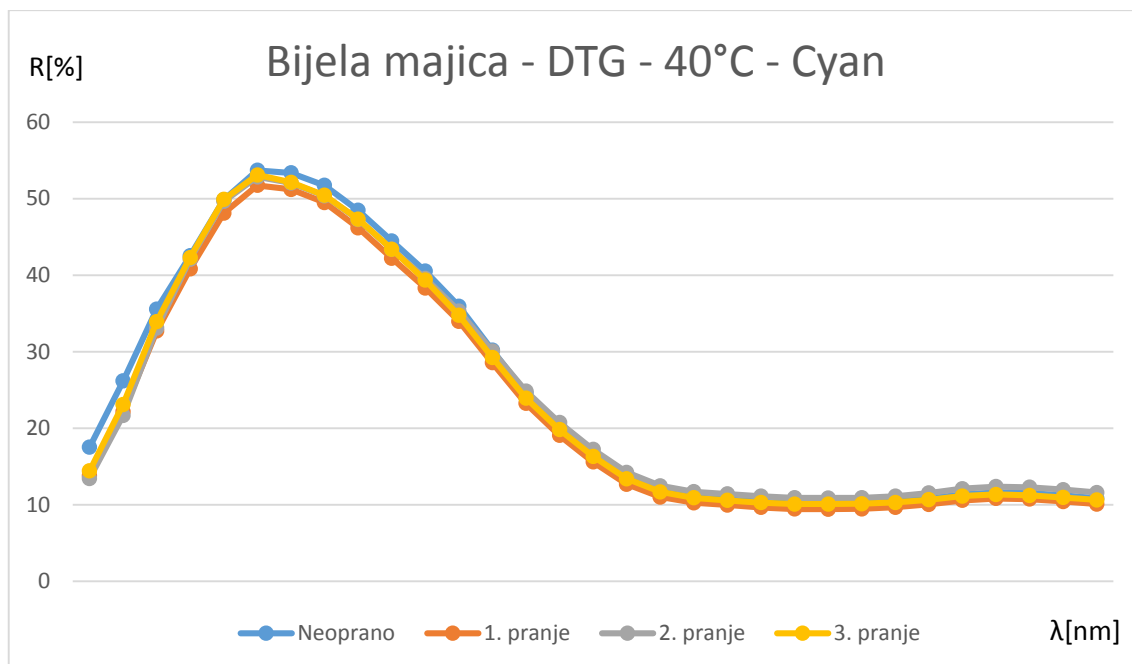
Slika 27 Rezultati ankete nakon prvog pranja svijetlih majica



Slika 28 Rezultati ankete nakon drugog pranja svijetlih majica

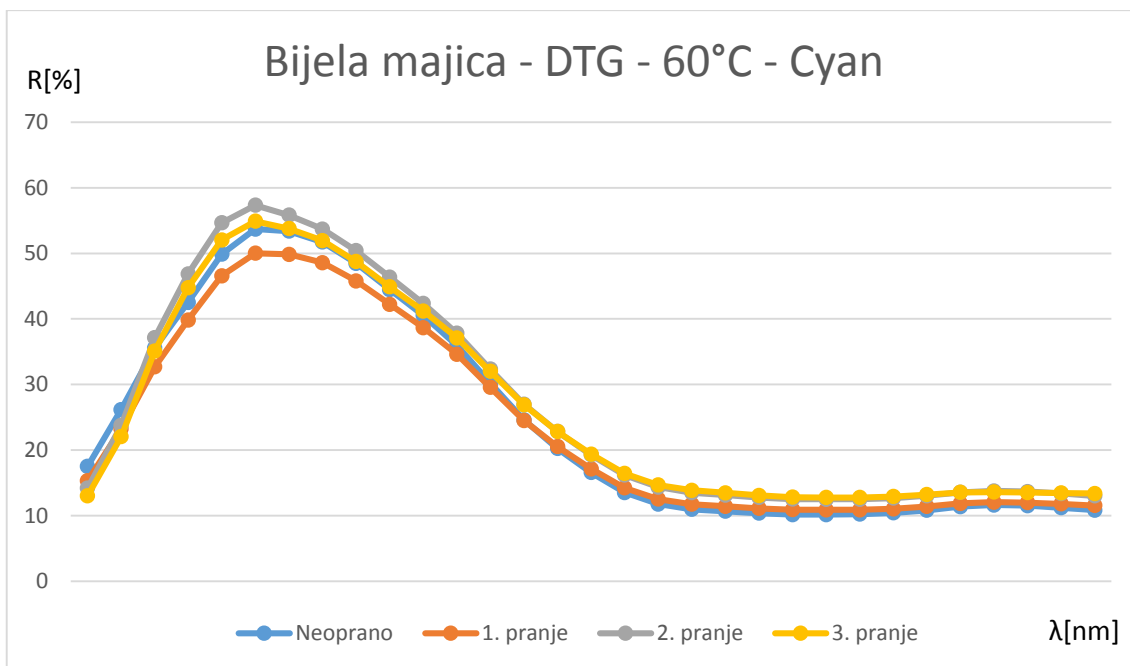


Slika 29 Rezultati ankete nakon trećeg pranja svijetlih majica

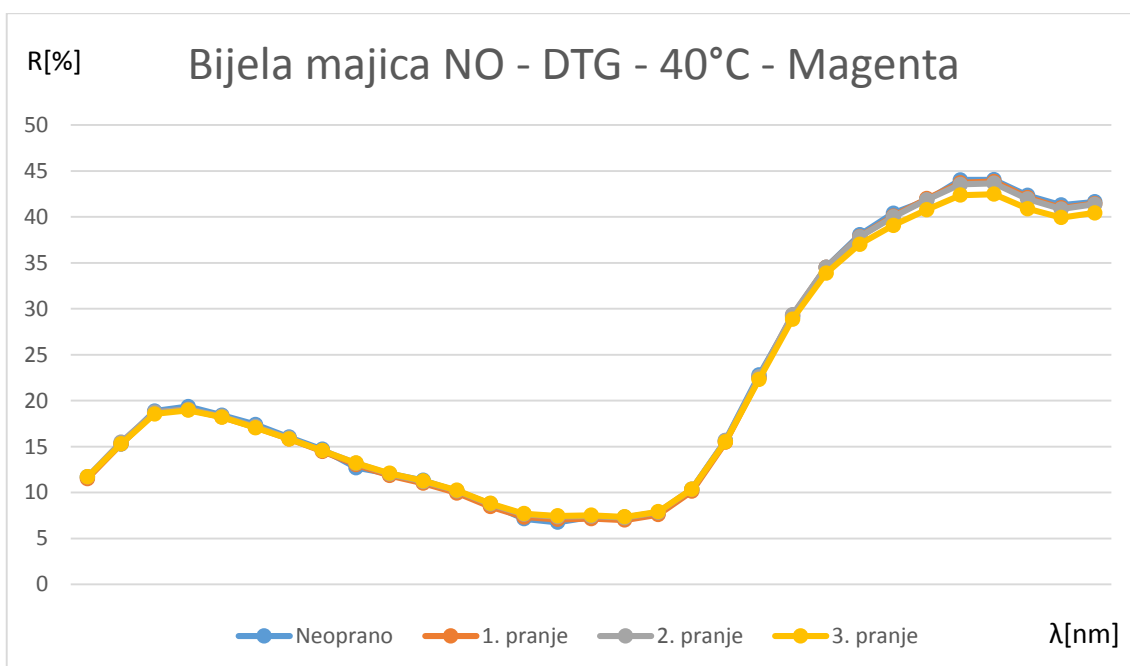


Slika 30 Bijela majica - DTG - 40°C – Cyan

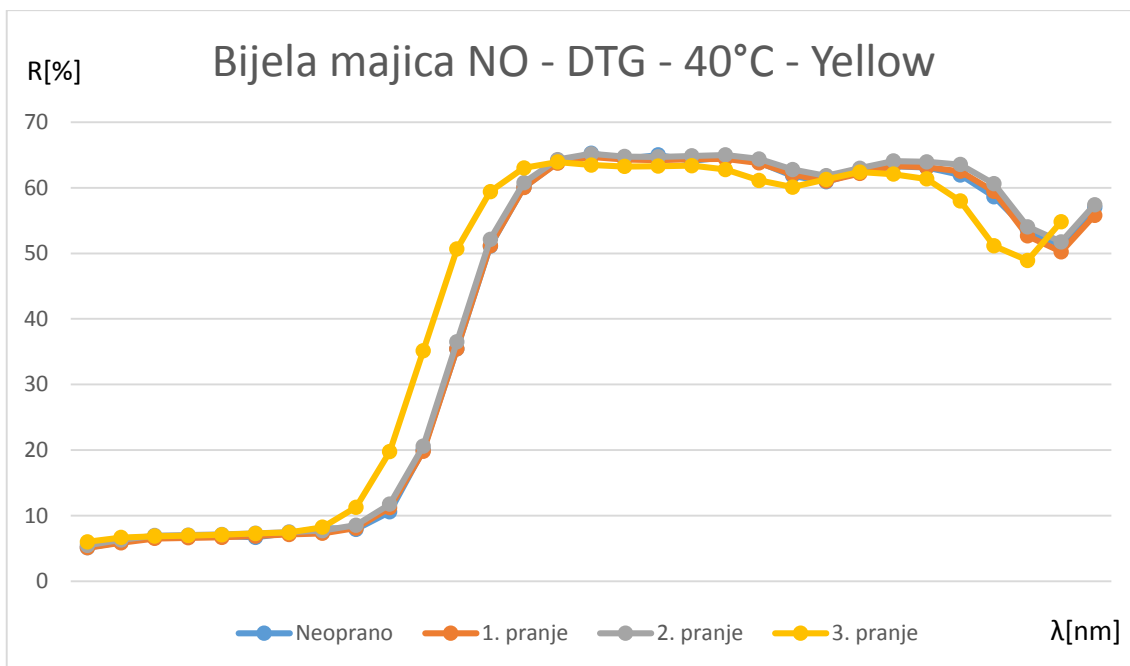
Na slici broj 30 vidljiva su minimalna odstupanja nakon prvog pranja cyan boje otisnute DTG tehnikom tiska. Spektalna krivulja i nakon trećeg pranja ostaje dosljedna spektralnoj krivulji neoprane majice gdje se postojanost pripisuje upojnosti boje u majicu i sastavu solventne Inkjet boje. Kolorimetrijska razlika slična je i kod magente i žute boje s tendencijom malog porasta gdje boje manje svjetline dobivaju na kromatičnosti iz razloga što se okolna crna boja tijekom pranja miješa s njom, a te promjene također su vidljive i nakon trećeg pranja (Slika 32, 33). Što se tiče pranja neokrenute majice na 40°C rezultati su jako slični te nije potrebno te rezultate dodatno izdvajati. Kolorimetrijska razlika je kod pranja na 60°C veća u odnosu na pranje na 40°C i za cyan boju iznosi  $\Delta E_{0-1} = 1,06$ ;  $\Delta E_{0-2} = 2,9$  i  $\Delta E_{0-3} = 3,03$ , ali se odstupanje na majici gotovo ni ne zamjećuje (Slika 31).



Slika 31 Bijela majica - DTG - 60°C – Cyan

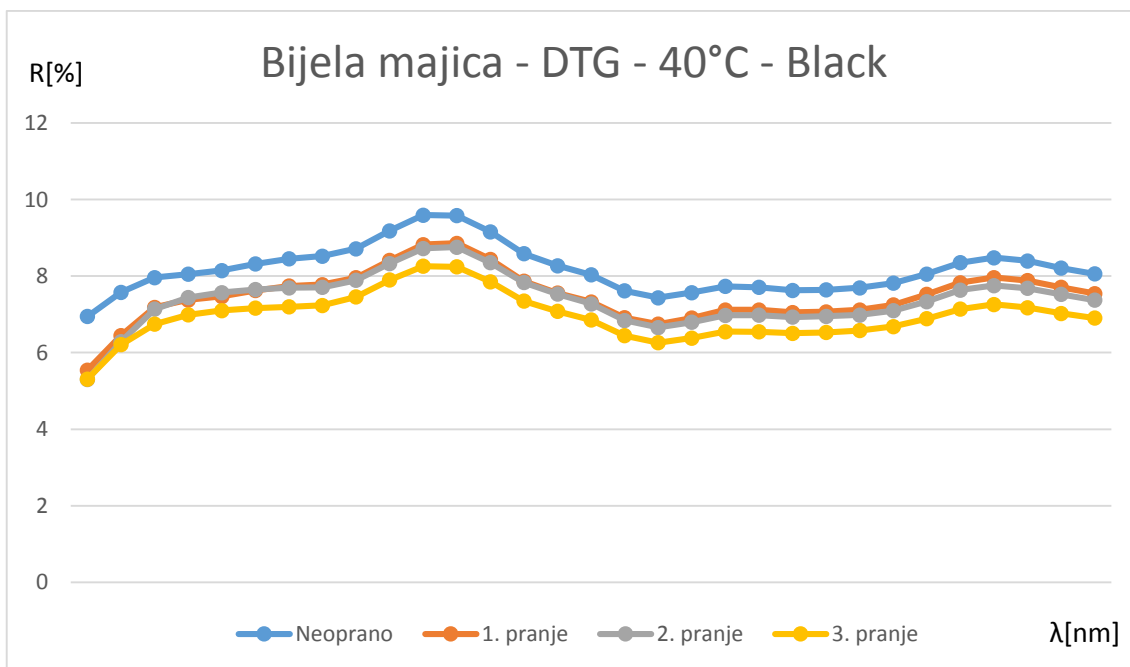


Slika 32 Neokrenuta bijela majica NO - DTG - 40°C – Magenta

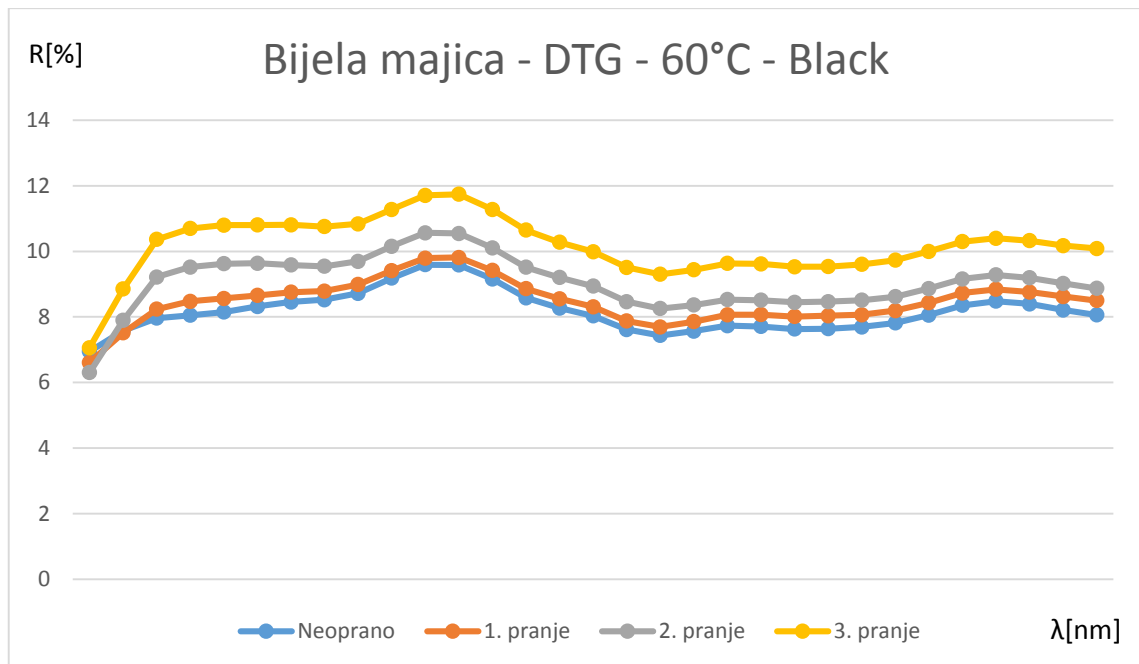


Slika 33 Neokrenuta bijela majica - DTG - 40°C – Yellow

Pomalo neobični rezultati dobili su se kod crne boje kada je majica bila prana na 40°C te se iz grafa sa slike broj 34 jasno vidi kako je faktor refleksije manji nakon trećeg pranja u odnosu na neopranu majicu, a ujedno i  $\Delta L$  veći. Slična situacija događa se i kod pranja neokrenute majice na 40°C te u ovim slučajevima se može zaključiti da se kromatične boje do neke granice pranja postaju tamnije.

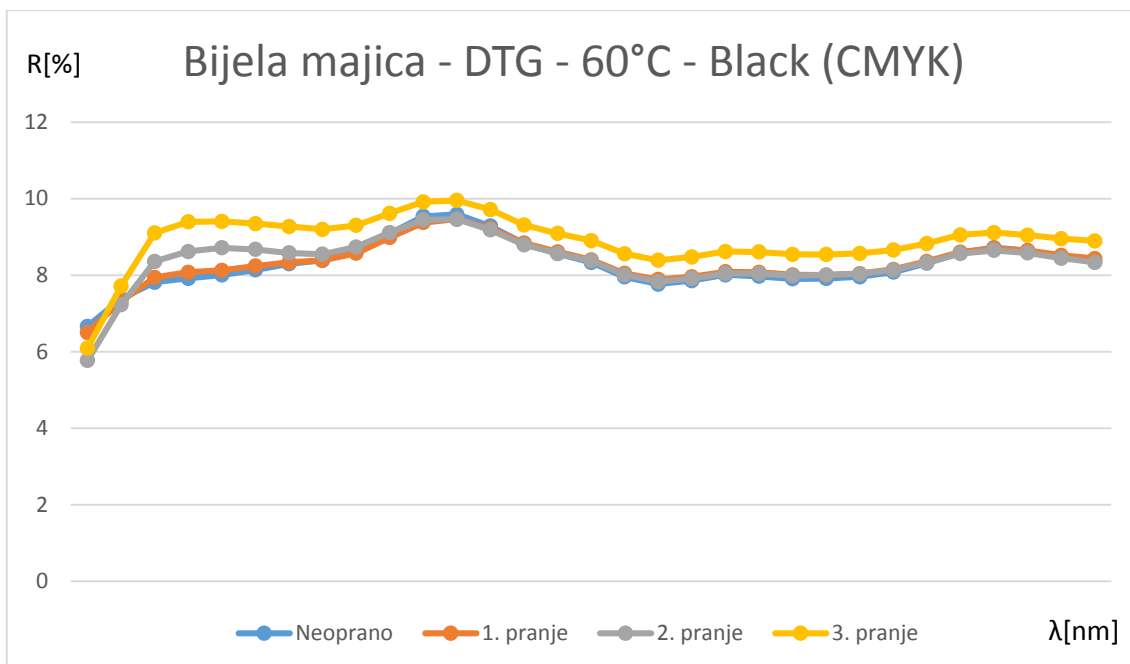


Slika 34 Bijela majica - DTG - 40°C – Black



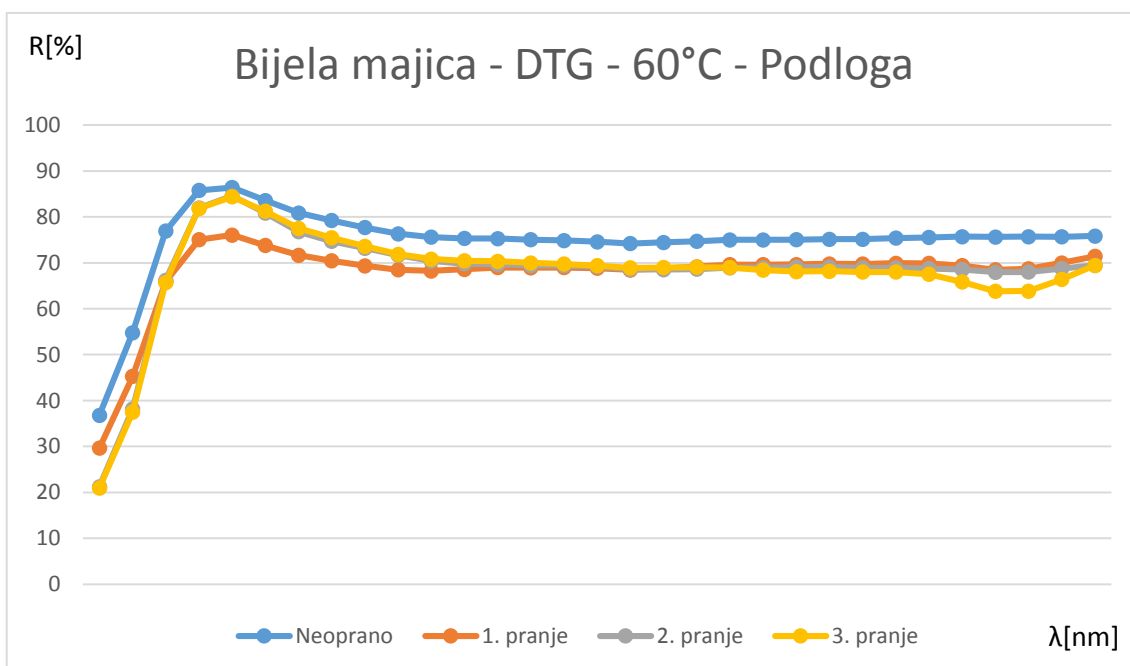
Slika 35 Bijela majica - DTG - 60°C – Black

Kod majice prane na 60°C svjetlina crne boje raste s količinom pranja pa tako  $\Delta E$  nakon prvog pranja za crnu boju iznosi 0,72 te se povećava tijekom pranja,  $\Delta E_{0-2}=1,7$ ;  $\Delta E_{0-3}=3,33$ . Kod crne boje DTG tiskom na svijetlim majicama najmanje dolazi do promjene u refleksiji te je ona najpostojanija u odnosu na boje u ostalim tehnikama tiska koje su bile mjerene u ovome radu. U pripremi je napravljen i uzorak crne boje sa svim ostalim procesnim bojama ukupne pokrivenosti od 400% te taj uzorak daje bolje i postojanije rezultate u odnosu na čistu crnu boju što se tiče spektralnih vrijednosti boje, dok je bilo kakva vizualna razlika nevidljiva. Razlike u promjeni CMYK crne u odnosu na običnu crnu vide se u sljedećim rezultatima refleksije za svijetlu majicu pranu na 60°C gdje je CMYK crna  $\Delta E_{0-1}=0,43$  u odnosu na čistu K crnu  $\Delta E_{0-1}=0,72$ , te isto tako CMYK crna  $\Delta E_{0-2}=1,46$  (K crna  $\Delta E_{0-2}=1,7$ ) i  $\Delta E_{0-3}=2,17$  ( $\Delta E_{0-3}=3,33$ ) (Slika 36). U ovom primjeru se može zaključiti kako veća pokrivenost boje utječe na postojanost otiska tijekom pranja iz razloga što se veća količina boje apsorbira u tkaninu među vlaknima pamuka gdje teže dolazi do mehaničkih oštećenja majice pa samim time i boje. Drugi zaključak je taj da s obzirom na sastav boje, koja sadrži izrazito male čestice koje su pomiješane u nosiocu, takve boje daju bolje rezultate u odnosu na laserski toner koji se sastoji od čestica koje se lakše odvoje od tiskovne podloge tijekom tretiranja pranjem.



Slika 36 Bijela majica - DTG - 60°C – CMYK Black

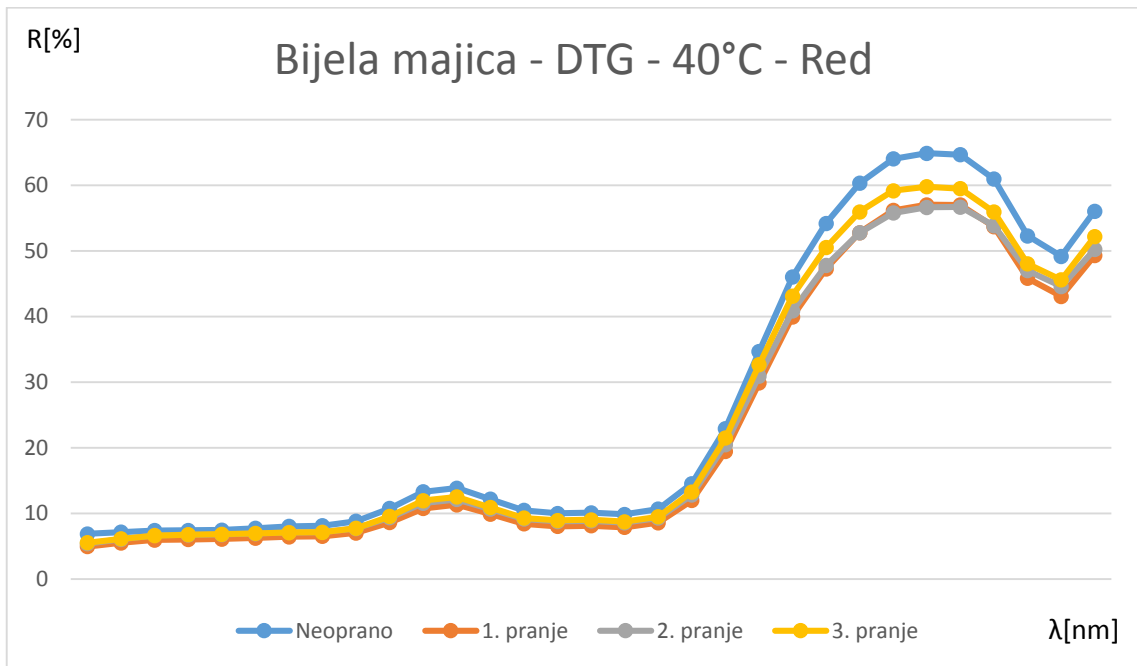
Kako bi se dokazala teorija o otapanju boje te miješanju sa okolnim bojama, provedeno je mjerenje same tiskovne podloge, u ovom slučaju majice, kako bi se vidjelo da li se refleksija uslijed pranja mijenja ili ne što je prikazano na slici broj 37. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti kako je faktor refleksije nakon prvog pranja manji u odnosu na faktor refleksije na neopranoj majici.



Slika 37 Bijela majica - DTG - 60°C – Podloga

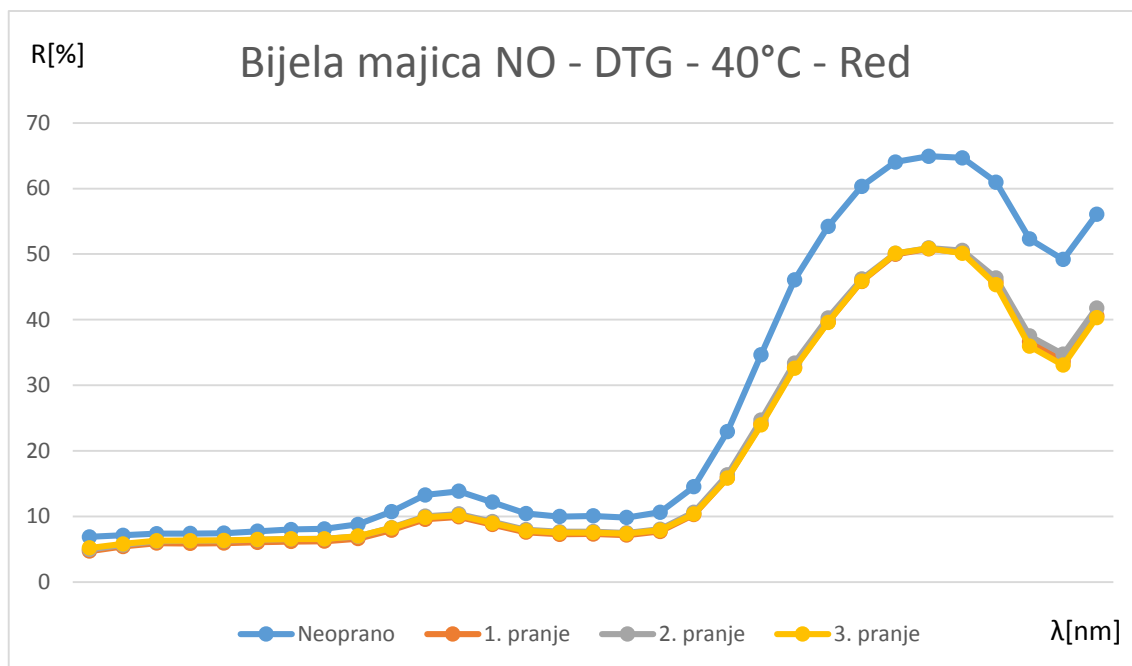


Kod majica koje nisu prane okrenute naopako jasno se vidi kako odmah nakon prvog pranja dolazi do skidanja okolne boje s majice te u odnosu na majice koje su prane preokrenute nema tolikog odstupanja. Isto tako može se zaključiti da se najveći dio promjene boje događa odmah nakon prvog pranja te se nakon toga boja stabilizira i razlika u faktoru refleksije joj postaje minimalna. U ovom slučaju faktor refleksije pada, tj. otisak postaje tamniji gdje se daljnjim pranjem minimalno posvjetljava.



Slika 38 Bijela majica - DTG - 40°C – Red

Sa slike broj 38 i 39 vidi se kako je ta razlika u početnoj promjeni veća u slučaju kada se majica pere neokrenuta. Početne razlike i stabilizacija boje u tkanini vidljiva je i u sljedećim faktorima refleksije: crvena boja na okrenutoj majici tijekom prvog pranja  $\Delta E_{0-1}=3,72$  (crvena boja na neokrenutoj majici tijekom pranja  $\Delta E_{0-1}=7,04$ ),  $\Delta E_{0-2}=2,87$  ( $\Delta E_{0-2}=6,59$ ) i nakon trećeg pranja  $\Delta E_{0-3}=1,9$  ( $\Delta E_{0-3}=7,06$ ). Postojanost otiska također je vidljiva na slici broj 40 gdje je prikazana netretirana majica s ostalim majicama nakon trećeg pranja.



Slika 39 Neokrenuta bijela majica - DTG - 40°C – Red



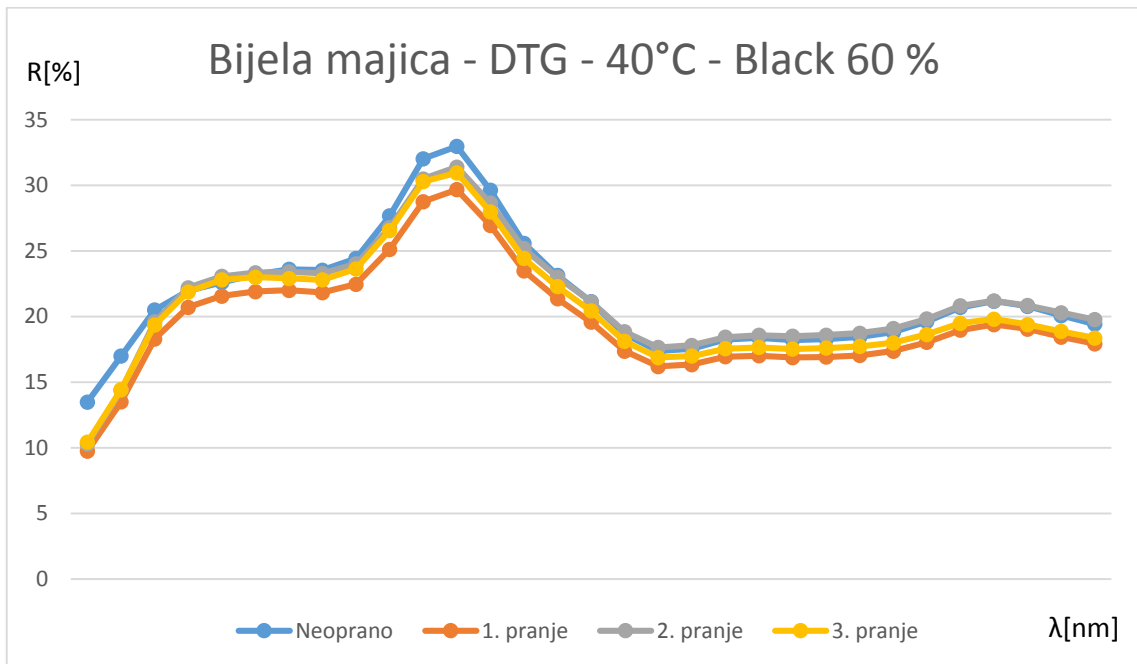
Slika 40 DTG tisak na bijelim majicama nakon tećeg pranja (neoprana, 40°C neokrenuta, 40°C okrenuta i 60°C okrenuta)

Na slici broj 40 vidljivo je kako tek nakon trećeg pranja na 60°C dolazi do manje promjene boje te prema svim ostalim rezultatima možemo zaključiti kako je kod DTG tiska na svijetlim majicama boja najpostojanija. Proizvođač korištenog DTG printera i boje u svojim specifikacijama definira pranje na 40°C te se ovim istraživanjem postojanost boja i kod pranja na temperaturi višoj od navedene potvrdila kao vrlo visoka. Majice tiskane DTG printom nemaju nikakav drugi materijal na sebi osim same boje pa su time i one „najprirodnije“, nema začepjenja tkanine stranim materijalom te su tako i najprozračnije. Kod tiska crne boje sa RTV 40% i 60% došlo je do nezadovoljenog sivog balansa iako je u pripremi na tim područjima definirana čista crna boja, K (Slika 41). Uzrok ove greške nije poznat ali se pretpostavlja da je problem nastao u samome RIP-u

ili sastavu crne boje koja se koristi za tisak. Mala dominacija zelene boje u „sivoj“ također se vidi kao blagi porast spektralne krivulje u zelenom području (Slika 42).



Slika 41 Nezadovoljen sivi balans kod DTG tiska

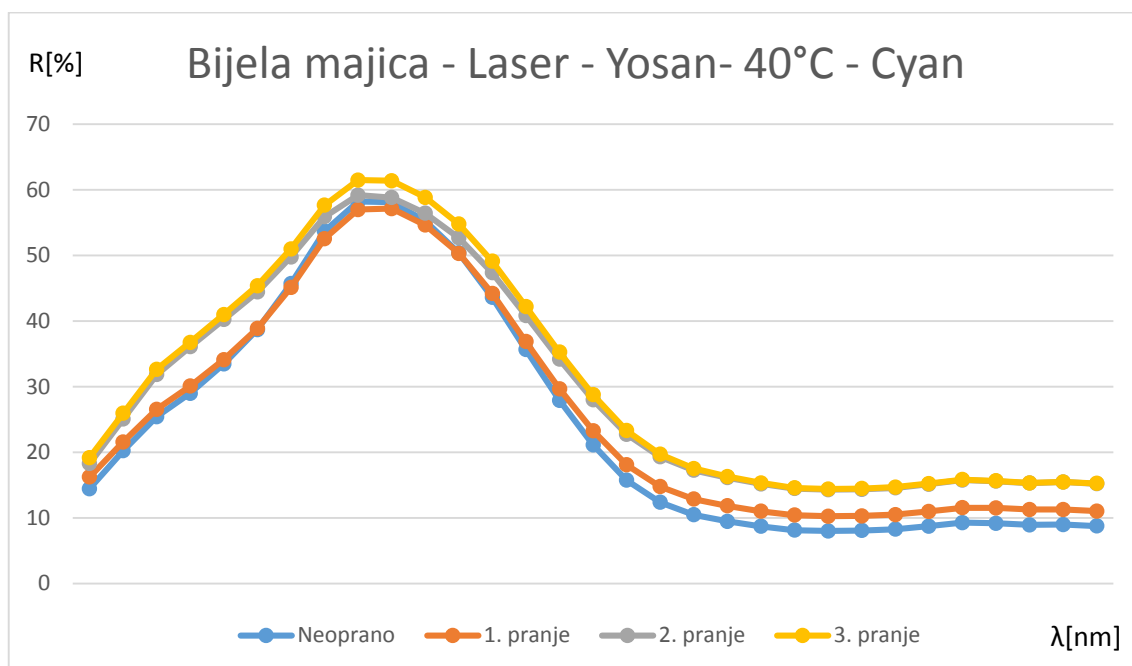


Slika 42 Bijela majica - DTG - 40°C – Black 60%

Najveći nedostatak ovog tiska je taj što se boja razlijeva po majici pa motiv nije oštar kao na ostalim tehnikama tiska na majice što je i uzrok slabije kvalitete na neopranoj majici kao što je rezultirano anketom. Dobre su rezultate također dali i Inkjet tehnologija te termo transfer papir Univerzal otisnut laserskim pisačem. Dobrom postojanošću boje i manjom cijenom u odnosu na DTG, ove dvije tehnologije predstavljaju isto tako dobru opciju za tisak na majice.

## 5.2.2. Tehnika tiska na svijetle majice s najlošijim odlikama

Najlošija tehnika tiska, tj. najlošiji termo transferni papir koji je korišten kod apliciranja motiva na svijetlim majicama je Yosan termo transfer. U anketi koja je prikazana na slikama 27, 28 i 29 vidi se da su rezultati kvalitete tiska na neopranoj majici najbolji dok se već nakon prvog pranja situacija mijenja uslijed veoma loše postojanosti boja na ovome termo transferu. Kod ove tehnike tiska najmanja postojanost boje tijekom pranja bila je na područjima najveće pokrivenosti boje pa je tako žuta najpostojanija dok je CMYK crna imala najveća odstupanja od netretirane majice.

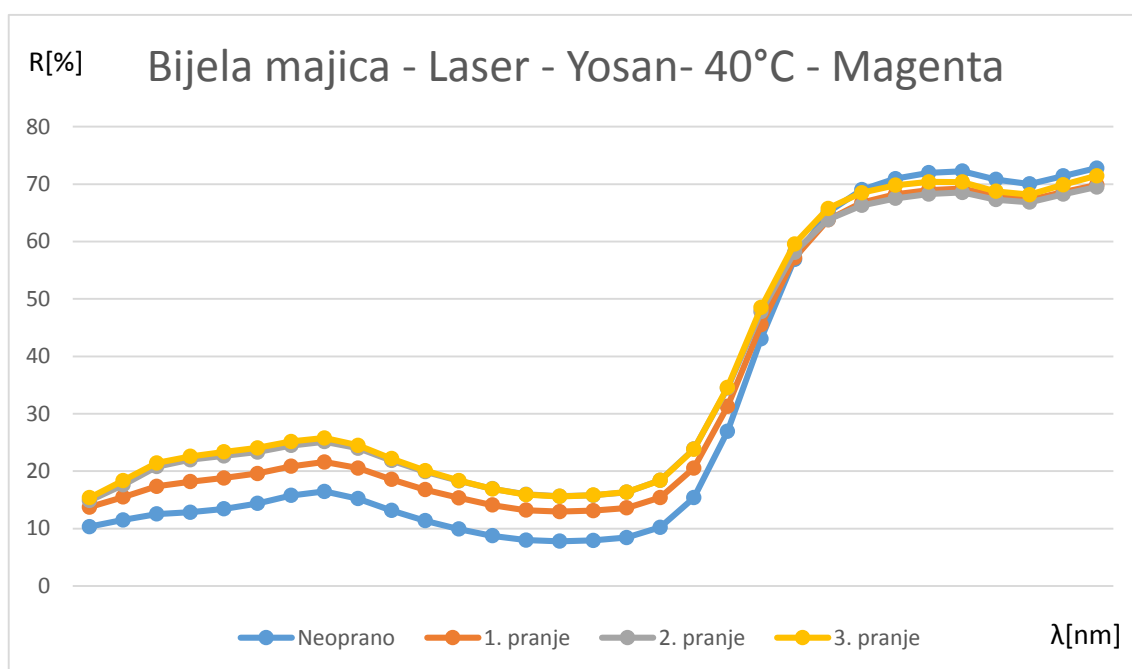


Slika 43 Bijela majica - Laser - Yosan - 40°C – Cyan

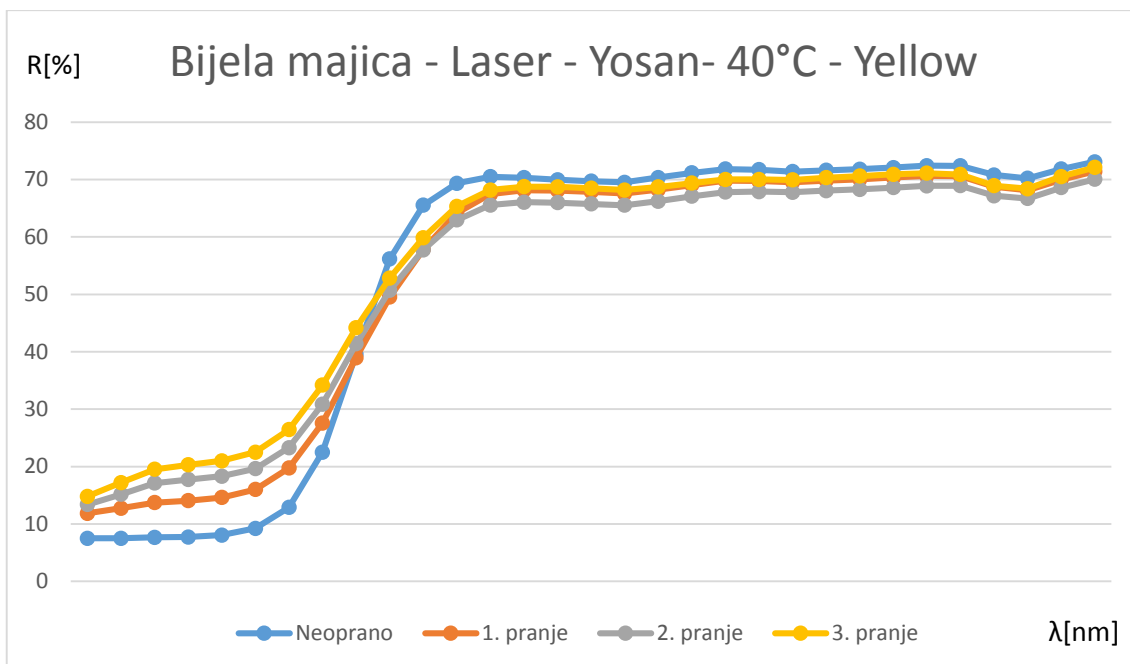
Cyan boja kod majice prane na 40°C ima postepeno povećanje faktora refleksije koje je vidljivo sa slike 43 te ujedno i u kolorimetrijskoj razlici gdje je  $\Delta E_{0-1}=10,05$ ;  $\Delta E_{0-2}=11,41$  i  $\Delta E_{0-3}=13$ . Majica prana na 60°C odmah nakon prvog pranja gubi na postojanosti i za razliku od ostalih termo transfer papira odmah daje vizualni dojam o slaboj kvaliteti. Slične rezultate daje i magenta dok je žuta najpostojanija iz razloga već početnog faktora refleksije, tj. male svjetline boje. Kolorimetrijska razlika za magenta i žutu boju prikazana je u tablici broj 8, a spektrofotometrijska krivulja na slikama 44 i 45 majice prane na 40°C.

Tablica 8 Kolorimetrijska razlika  $\Delta E$  za magentu i žutu boju  
 Laser – Yosan - 40°C

	Magenta	Žuta
1. pranje	8,02	5,88
2. pranj	11,33	6,85
3. pranje	12,15	7,94

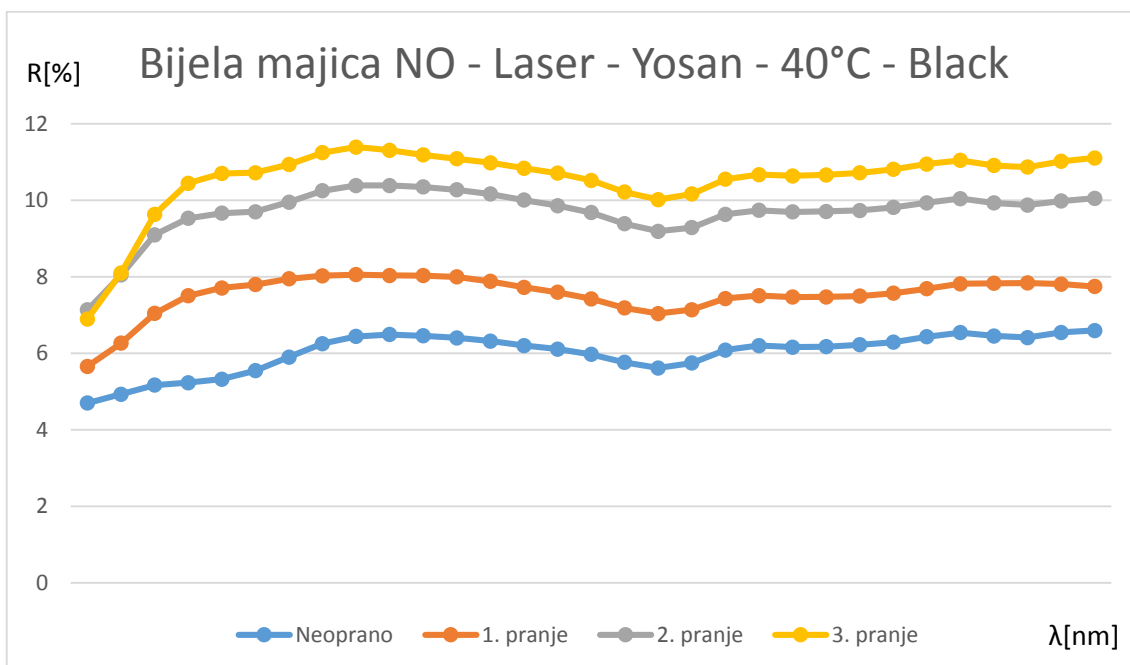


Slika 44 Bijela majica - Laser - Yosan - 40°C – Magenta

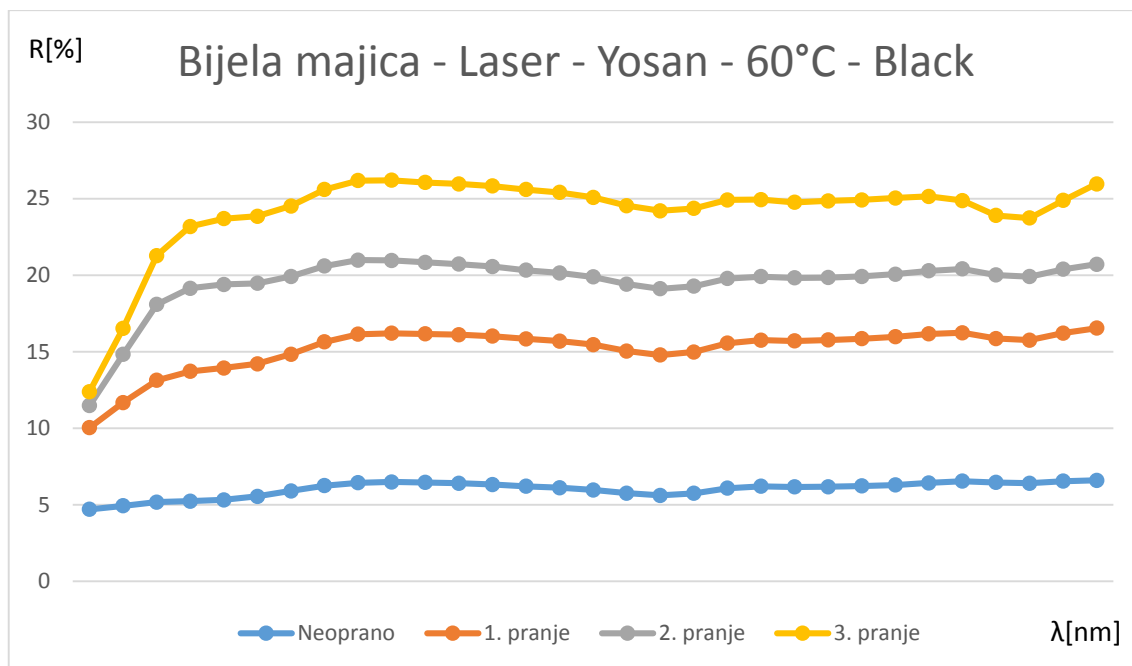


Slika 45 Bijela majica - Laser - Yosan - 40°C – Yellow

Postojanost crne boje gubi se već nakon prvog pranja dok je pri pranju na 60°C postojanost još slabija. (Slika 46, 47). U tablici broj 9 prikazana je kolorimetrijska razlika crne boje za RTV od 100%, 60%, 40% i CMYK crne gdje se vidi pad faktora refleksije smanjenjem RTV.



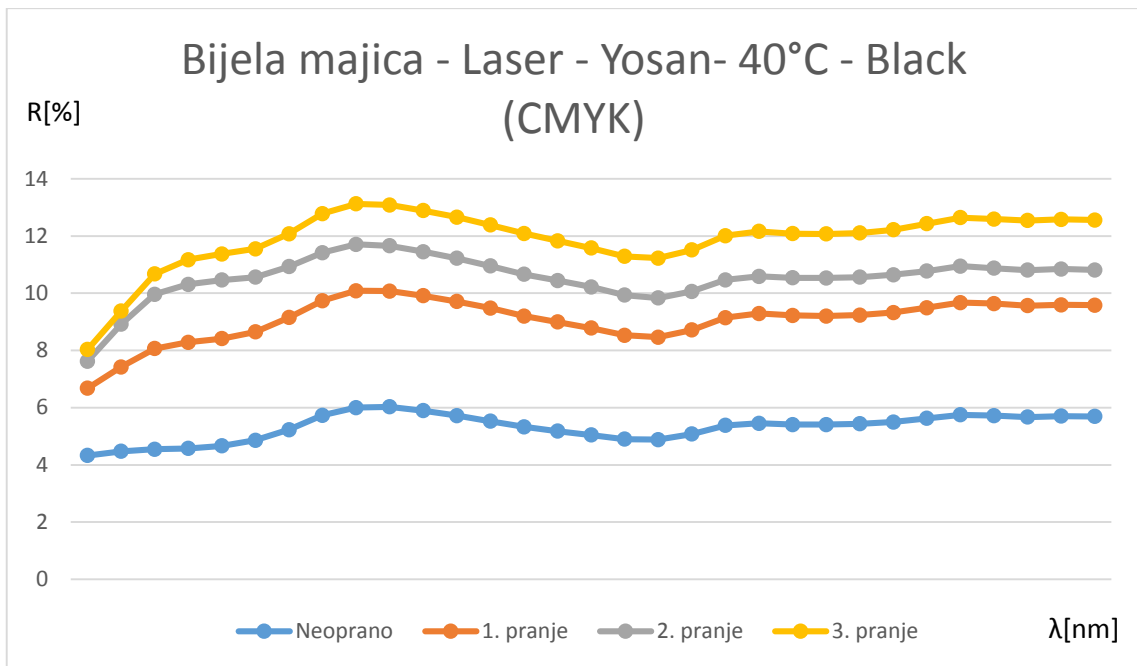
Slika 46 Neokrenuta bijela majica - Laser - Yosan - 40°C – Black



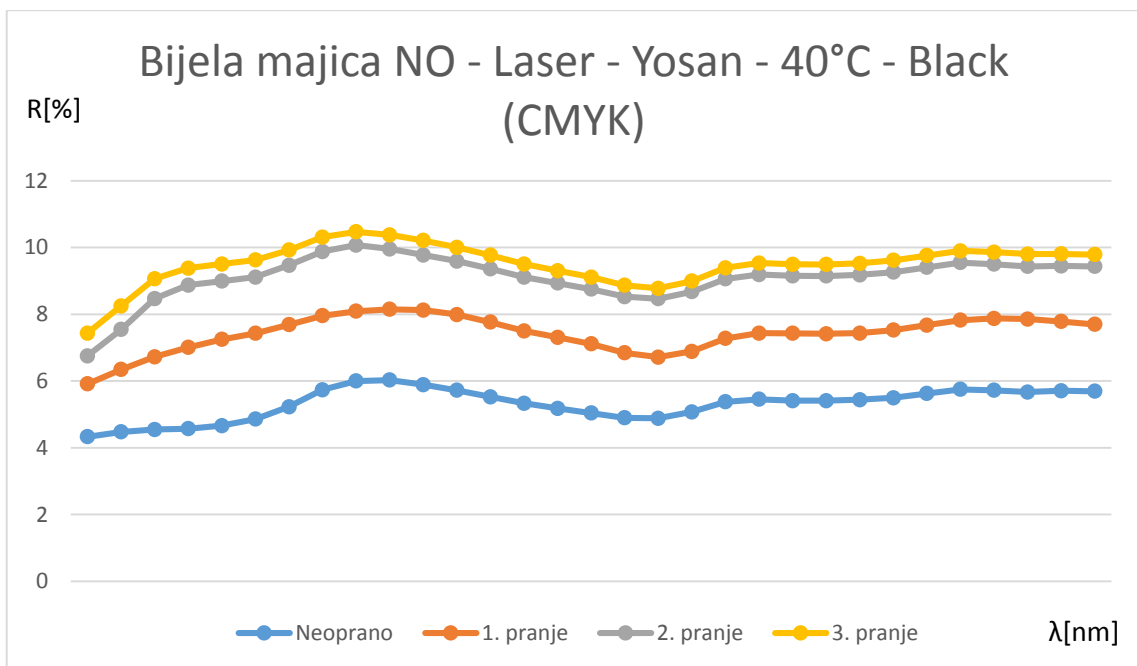
Slika 47 Bijela majica - Laser - Yosan - 60°C – Black

Tablica 9 Povećanje kolorimetrijske razlike  $\Delta E$  u odnosu na povećanje RTV crne boje Laser - Yosan

Crna		1. pranje	2. pranje	3. pranje
CMYK	40°C	10,67	12,69	12,91
	NO 40°C	4,09	6,89	7,53
	60°C	14,23	17,81	20,55
100% RTV	40°C	12,32	15,80	17,29
	NO 40°C	13,44	16,47	17,81
	60°C	14,40	19,72	25,49
60% RTV	40°C	3,92	8,46	8,92
	NO 40°C	2,56	3,27	7,11
	60°C	13,77	17,46	18,11
40% RTV	40°C	1,89	4,57	5,39
	NO 40°C	3,45	4,53	7,88
	60°C	6,82	10,67	10,41

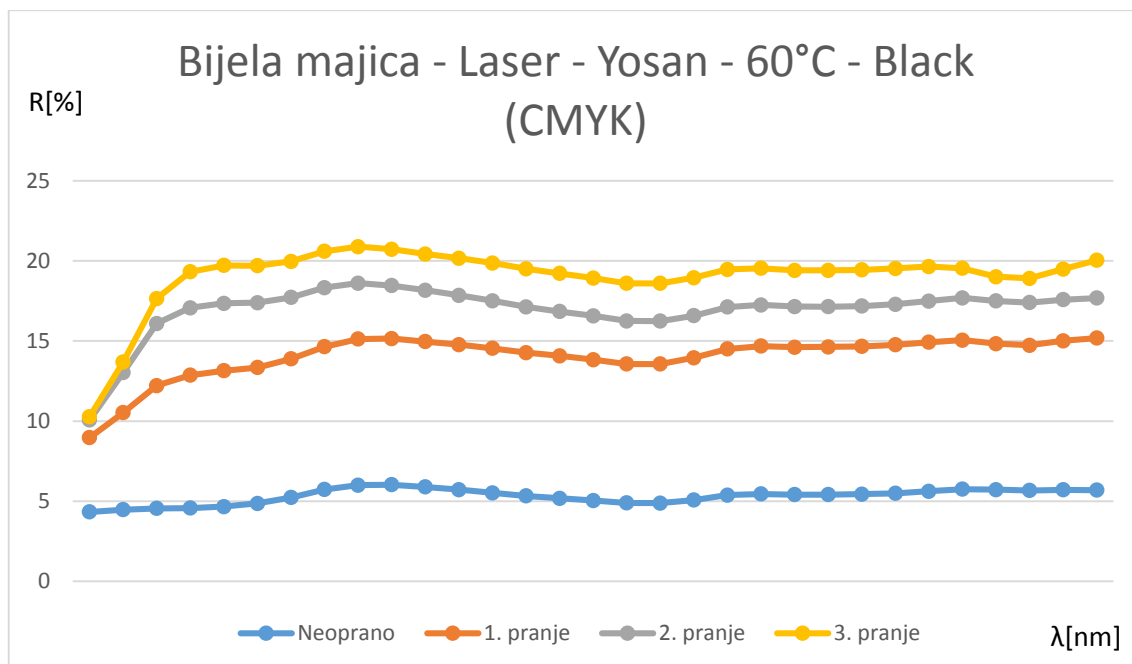


Slika 48 Neokrenuta bijela majica - Laser - Yosan - 40°C – Black (CMYK)



Slika 49 Neokrenuta bijela majica - Laser - Yosan - 40°C – Black (CMYK)





Slika 50 Bijela majica - Laser - Yosan - 60°C – CMYK Black

Postojanost boje kod ovog termo transfera izrazito je loša usprkos garanciji proizvođača da će otisak biti postojan i nakon nekoliko pranja. Tisak na majici već nakon prvog pranja od 40°C gubi na postojanosti i ne zadovoljava nikakve kriterije kvalitete (Slika 51).



Slika 51 Laserski tisak na bijelim majicama  
Laser – Yosan - 40°C (neoprano, prvo, drugo i treće pranje)



Slika 52 Laserski tisak na bijelim majicama  
Laser – Yosan - 60°C (neoprano, prvo, drugo i treće pranje)

Zaključak je da se usprkos slaboj kvaliteti termo transfer papira Yosan, kvaliteta ujedno gubi i zbog tehnike tiska, a to je laser. Laserski pisači rade na principu električkog naboja sitnih čestica koje se preko nabijenog bubnja prenose na tiskovnu podlogu uz prisustvo velike temperature gdje se tale na površini iste. Koliko god bile male te čestice, one imaju tendenciju da se uz prisustvo mehaničke sile odvajaju od površine te tako nemaju jednaka svojstva kao Inkjet bojila koja za razliku od laserskog tonera penetriraju u samu podlogu, tj. tiskovnu površinu pa su time površine otisnute laserskim tiskom podložne slabijoj postojanosti. Kao prednost laserskog tiska izdvaja se veća razlučivost i oštrina linija što je zapravo i pokazala anketa koja se ticala analize tiska kod neopranih majica.

### 5.3. Tamne majice

Kod tiska na tamne majice ukupno su bile korištene tri različite tehnike tiska na majicu, a to su DTG, Inkjet sa Siser termo transferom te laserski s tri različite termo transfer folije (Rayfilm, Forever – New Generation i Forever laser dark – laser Dark). Potrebno je napomenuti kako kod termo transfer folija namijenjenih za tisak na crne majice postoji gornji (bijeli) sloj koji podsjeća na flex foliju te se on nakon tiska skida pa se onda bez papira stavlja na majicu za daljnje termo prešanje. Termo transfer koji se koristi kod Inkjeta ne može se ujedno koristiti i na laserskim pisačima jer nema zadovoljavajuću izdržljivost na visoke temperature. U odnosu na termo transfer papir koji se koristi kod bijelih majica, termo transfer folija začepljuje tkaninu i ne dozvoljava joj da „diše“ pa tako imamo dojam plastičnosti na majici.

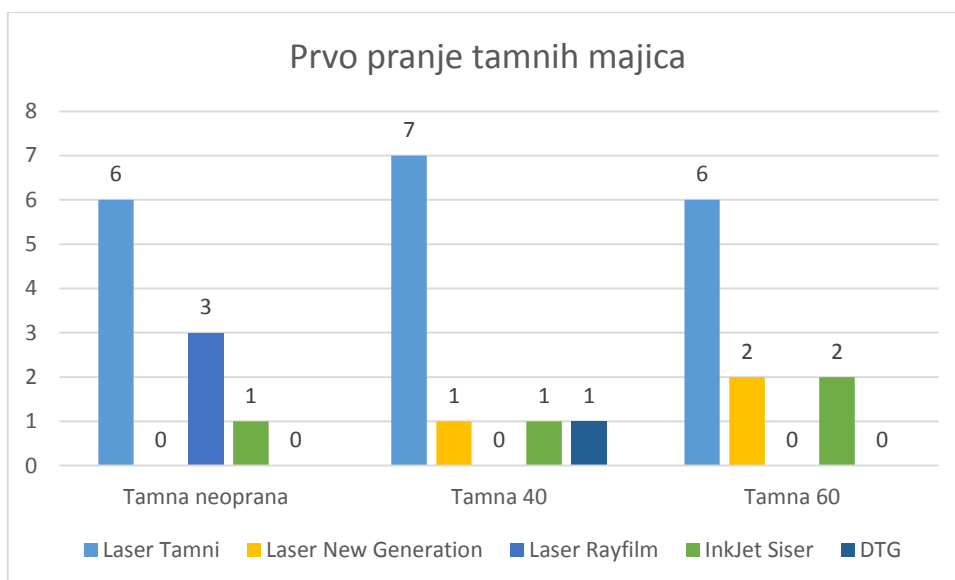
#### 5.3.1. Tehnika tiska na tamne majice s najboljim odlikama

Iz spektrofotometrijskih krivulja može se zaključiti kako je boja najpostojanija na Inkjetu te laserskim termo transferima New Generation i laser Dark. Kod pranja na 60°C termo transfera koji je tiskan Inkjetom dolazi do mehaničkih oštećenja na foliji uz skidanje boje dok su termo transfer New Generation i laser Dark i dalje postojani uz mala oštećenja koja se zamjećuju kao sitne bijele točkice na kojima se boja potpuno isprala (Slika 53).

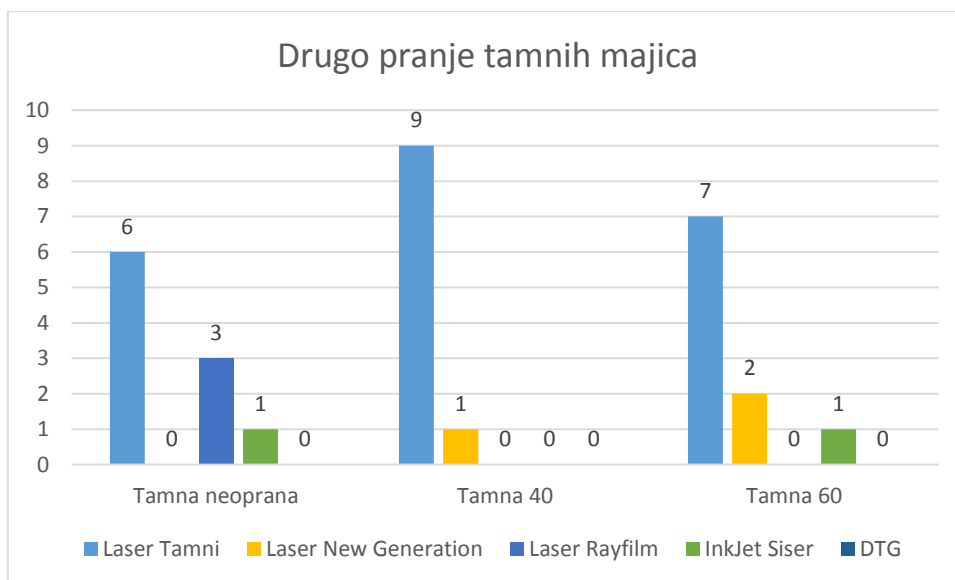


Slika 53 Oštećenja nakon pranja na 60°C - Laser - Dark

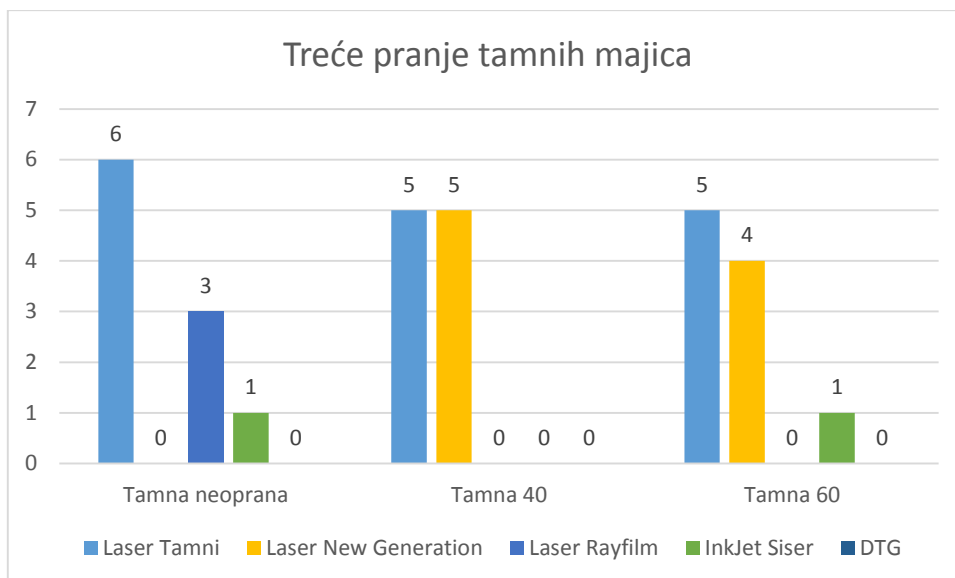
U rezultatima iz ankete najbolje rezultate ima termo transfer laser Dark koji nije imao oštećenja kao termo transfer New Generation kod kojeg je došlo i do skidanja same folije s majice. Rezultati ankete predloženi su na slikama 54, 55 i 56 u kojima je prikazan odabir ispitanika za najkvalitetniju tehniku tiska kroz sva tri pranja.



Slika 54 Rezultati ankete nakon prvog pranja tamnih majica

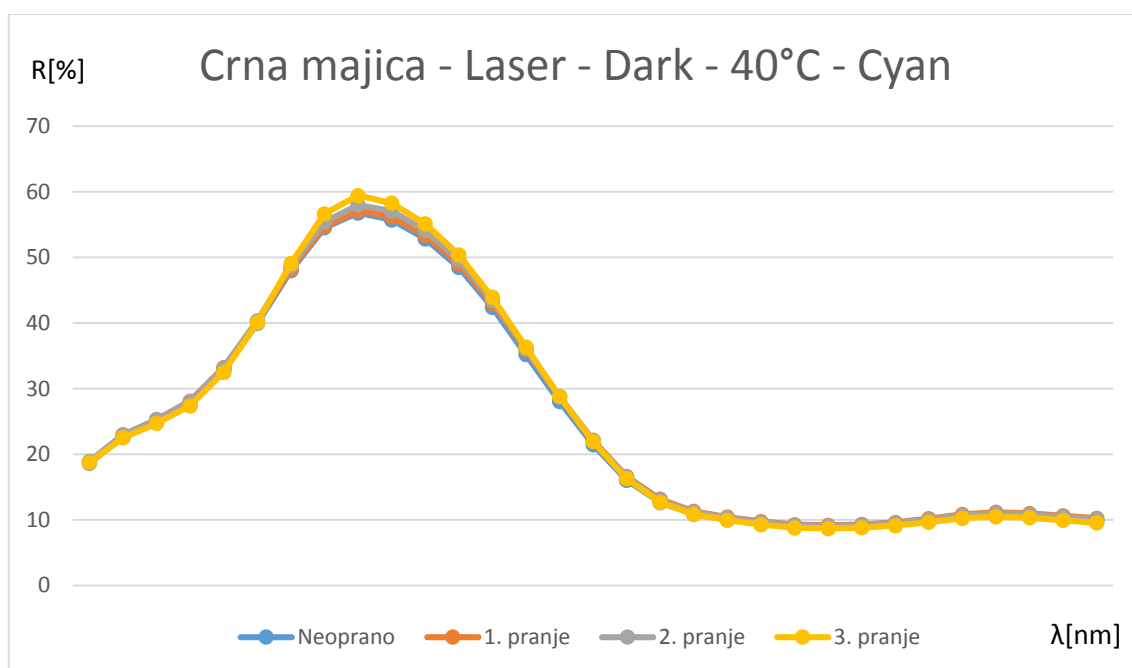


Slika 55 Rezultati ankete nakon drugog pranja tamnih majica

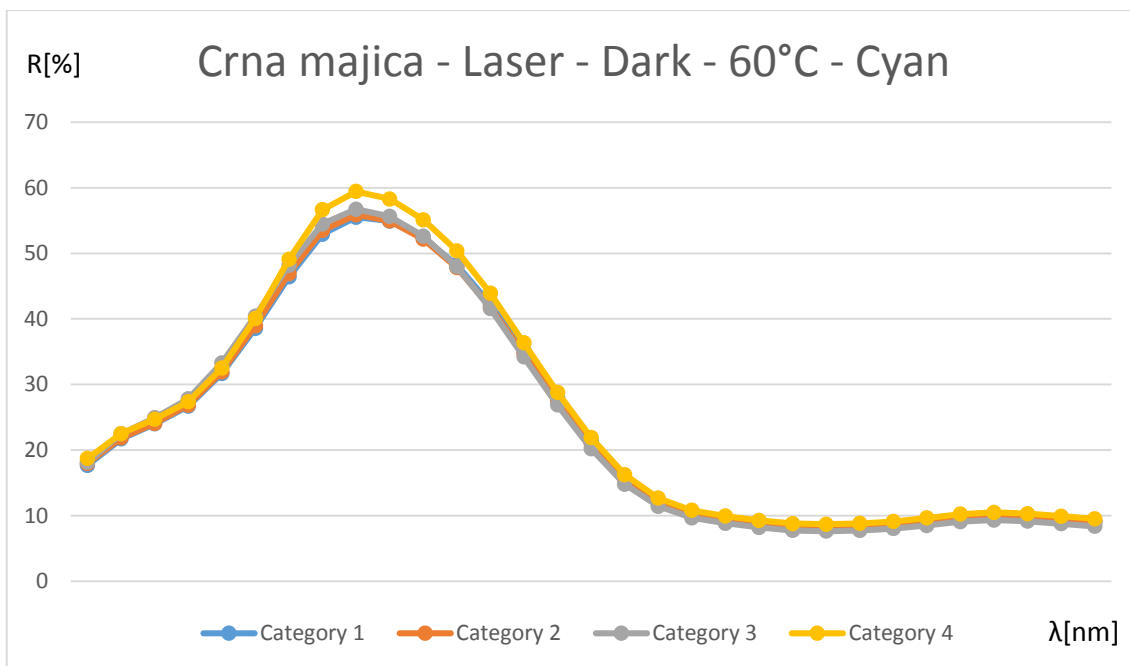


Slika 56 Rezultati ankete nakon trećeg pranja tamnih majica

Mjerenjem Lab vrijednosti i kasnijim proračunom kolorimetrijske razlike, jasno je vidljiva mala razlika u promjeni boje. Tako su dobiveni rezultati spektralne krivulje (Slika 57) i kolorimetrijske razlike za majicu pranu na 40°C za cyan boju:  $\Delta E_{0-1}=0,52$ ;  $\Delta E_{0-2}=0,73$  i  $\Delta E_{0-3}=0,96$  uz malo veće razlike, ali opet promjene nevidljive oku nastale su i kod majice prane na 60°C gdje je kolorimetrijska razlika za cyan boju  $\Delta E_{0-1}=0,97$ ;  $\Delta E_{0-2}=1,14$  i  $\Delta E_{0-3}=1,92$  (Slika 58).

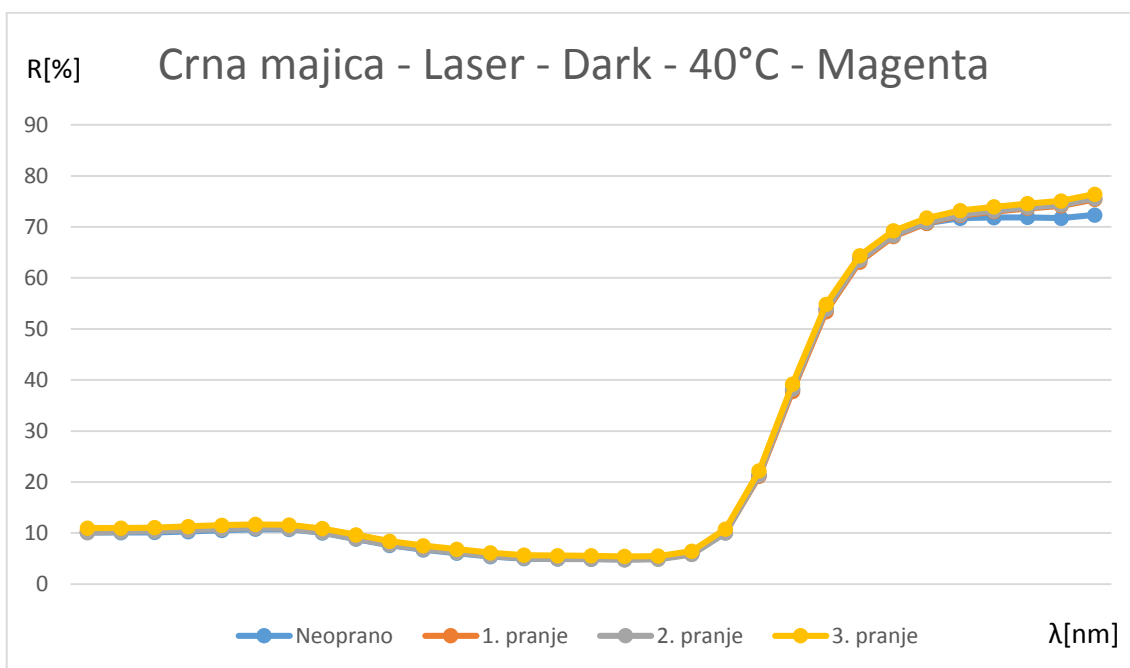


Slika 57 Crna majica - Laser - Dark - 40°C – Cyan

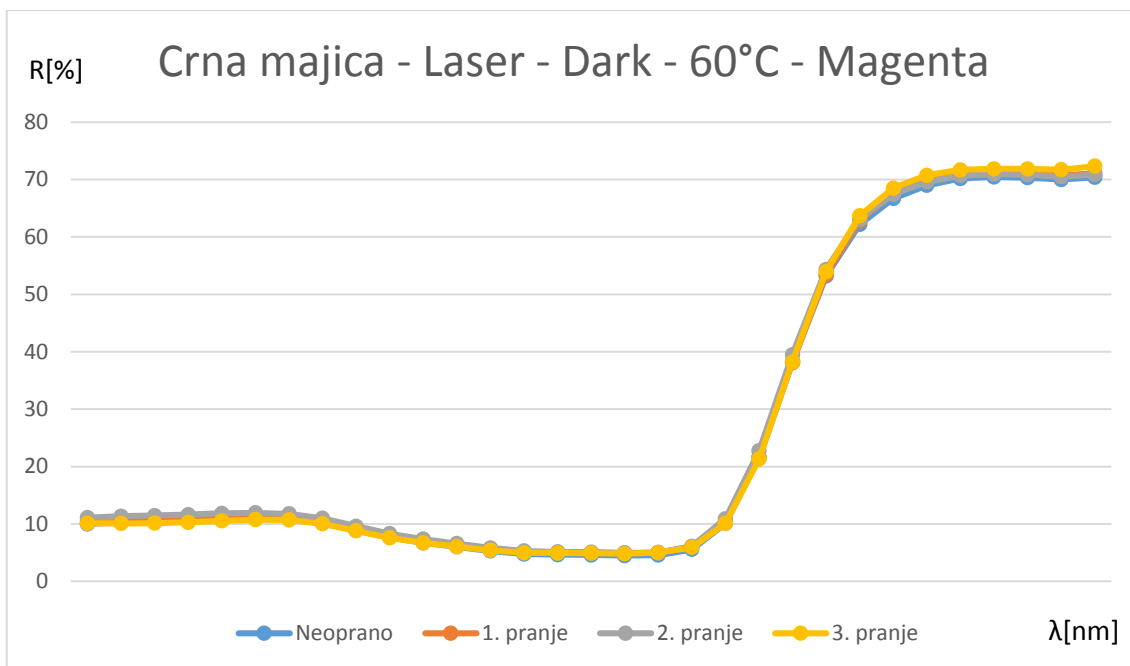


Slika 58 Crna majica - Laser - Dark - 60°C – Cyan

Magenta i žuta boja imaju podjednake kolorimetrijske razlike kao i cyan te tako razlike za magentu pranu pri 40°C iznose  $\Delta E_{0-1}=0,25$ ;  $\Delta E_{0-2}=0,37$  i  $\Delta E_{0-3}=1,09$  sa spektralnom krivuljom na slici broj 59 te kod pranja na 60°C uz malo veću razliku, ali opet nezamjetljivu golom oku;  $\Delta E_{0-1}=0,44$ ;  $\Delta E_{0-2}=0,71$  i  $\Delta E_{0-3}=1,22$  (Slika 60).

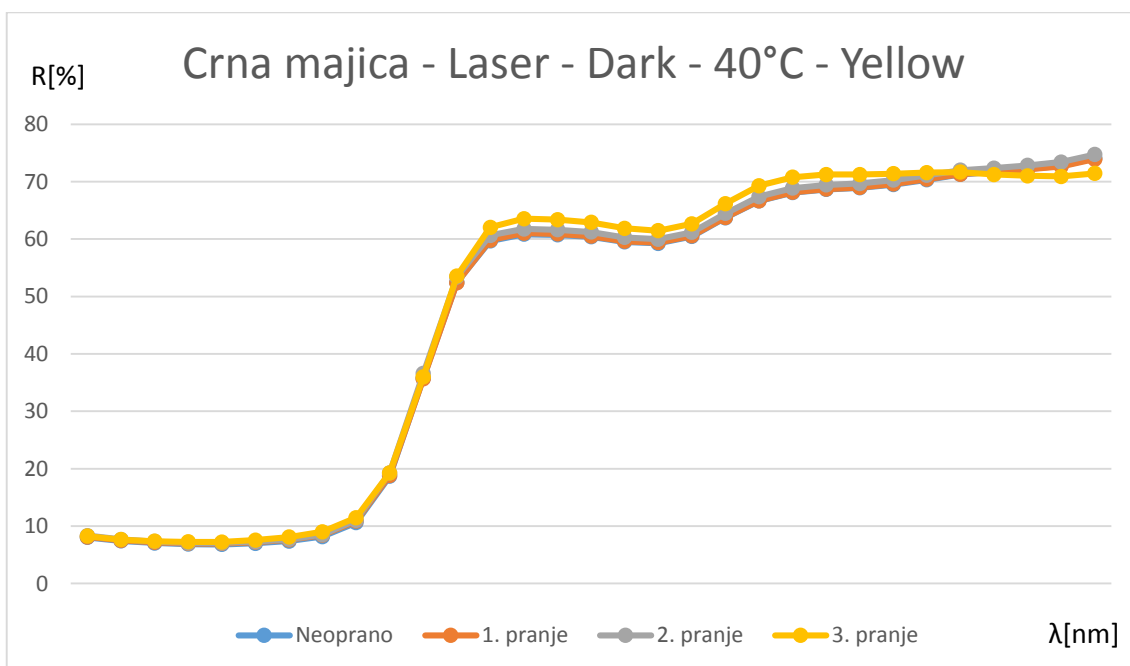


Slika 59 Crna majica - Laser - Dark - 40°C – Magenta

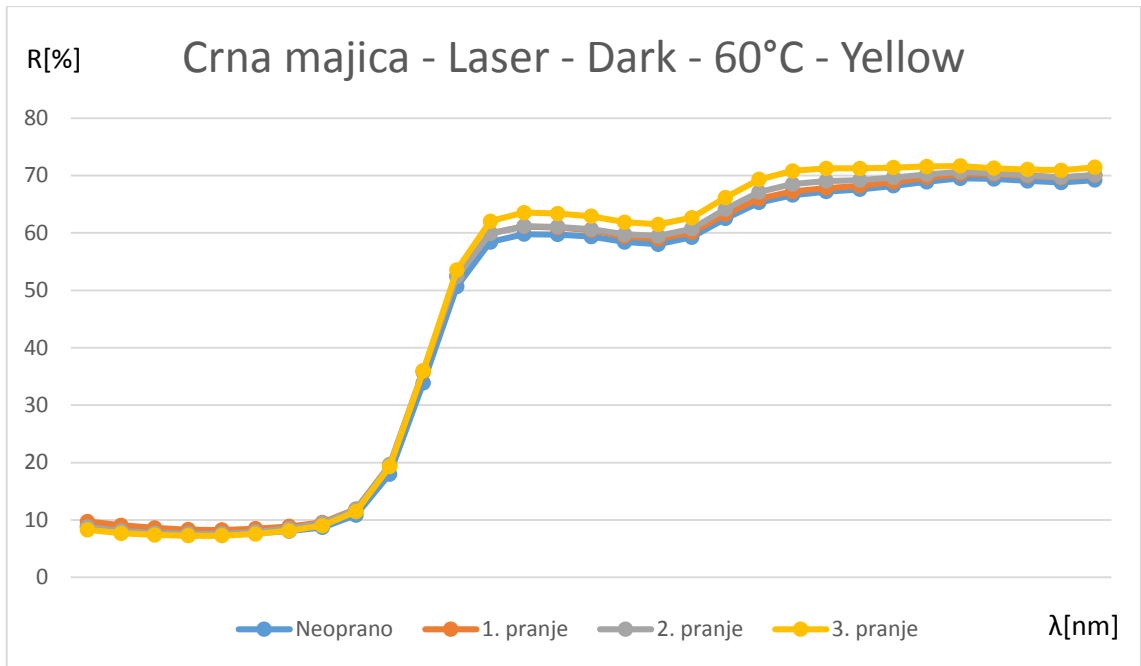


Slika 60 Crna majica - Laser - Dark - 60°C – Magenta

Pretpostavka je bila kako će žuta zbog svoje najmanje svjetline imati najveće kolorimetrijske razlike tijekom pranja te je tako pri pranju od 40°C zabilježena najmanja razlika u promjeni boje:  $\Delta E_{0-1}=0,53$ ;  $\Delta E_{0-2}=0,81$  i  $\Delta E_{0-3}=0,88$  (Slika 61). Veća odstupanja prema ostatku procesnih boja pokazala je žuta prana na 60°C, s kolorimetrijskom razlikom  $\Delta E_{0-1}=0,95$ ;  $\Delta E_{0-2}=1,32$  i  $\Delta E_{0-3}=1,43$  također prikazana spektralnom krivuljom na slici broj 62.



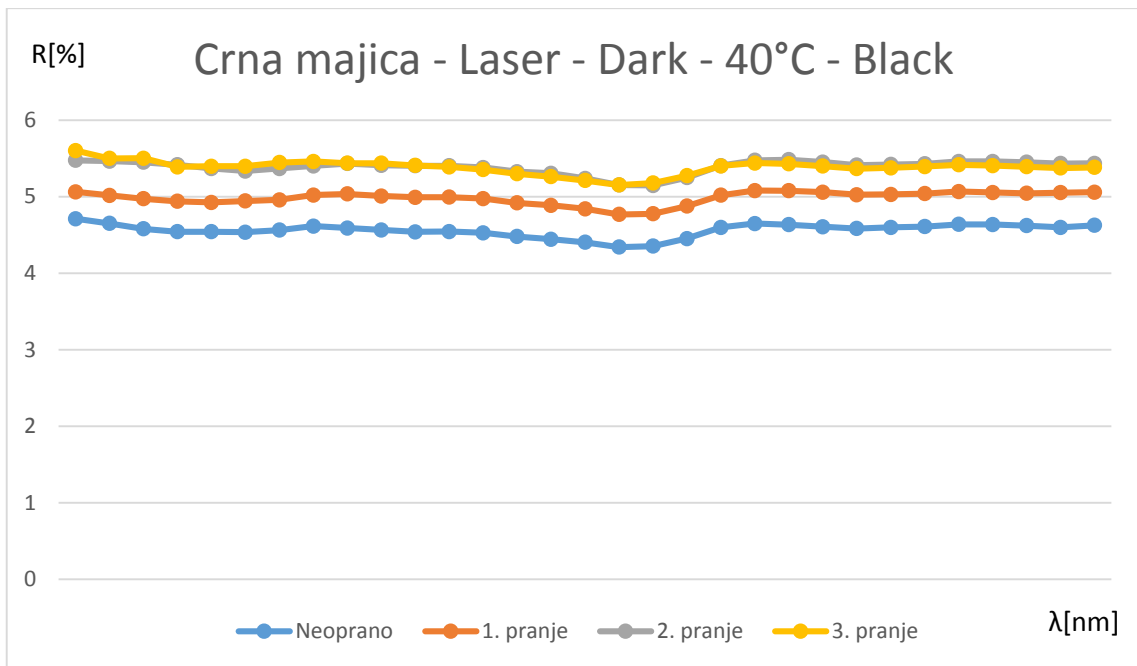
Slika 61 Crna majica - Laser - Dark - 40°C – Yellow



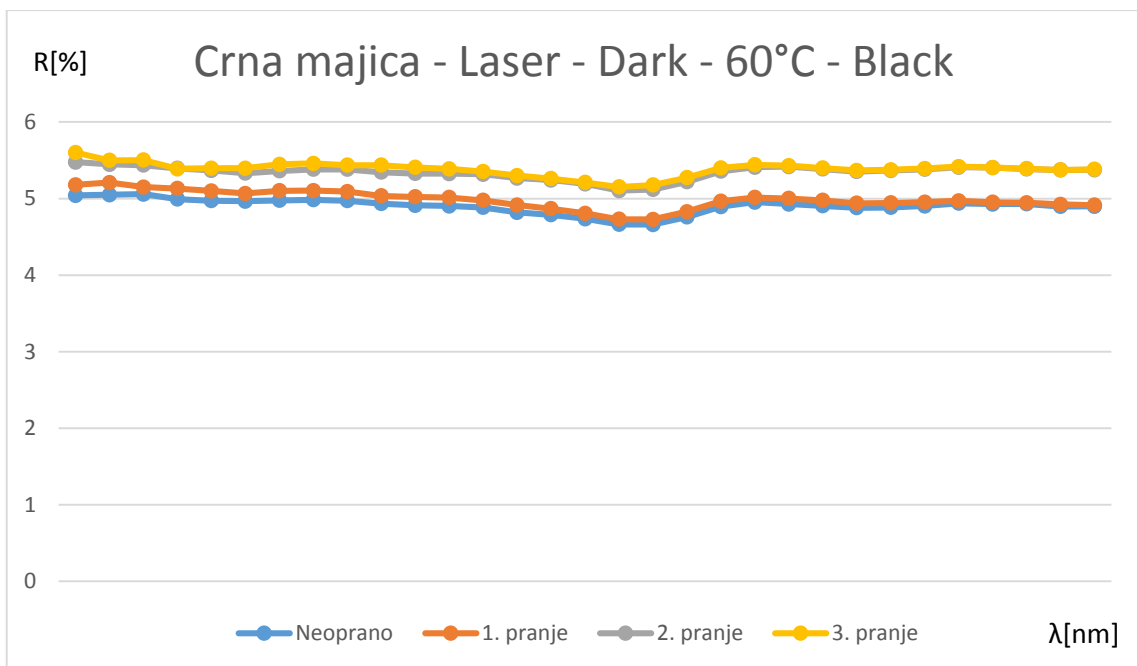
Slika 62 Crna majica - Laser - Dark - 60°C – Yellow

Promjene u kolorimetriji kod crne boje nisu izraženije s obzirom na kromatičnost iste te su te razlike u granicama koje ljudskom oku nisu vidljive. Zanimljivo je kako je kolorimetrijska razlika nakon trećeg pranja  $\Delta E_{0-3}=1,77$  prana na 40°C veća od one prane na 60°C,  $\Delta E_{0-3}=1,06$ . Spektralna krivulja crne boje je ravna pa se može zaključiti da je sivi balans zadovoljen i nema odstupanja kod pojedinih valnih duljina. Vidljiva je stabilizacija crne boje nakon drugog pranja na objema temperaturama pranja (Slika 63,64).



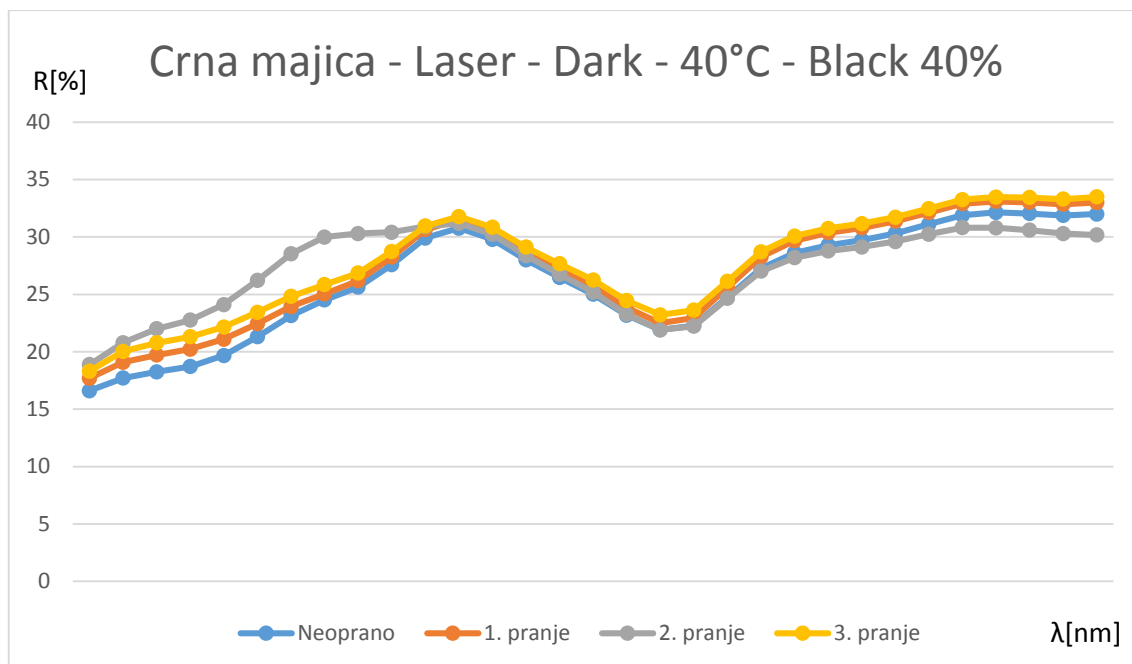


Slika 63 Crna majica - Laser - Dark - 40°C – Black



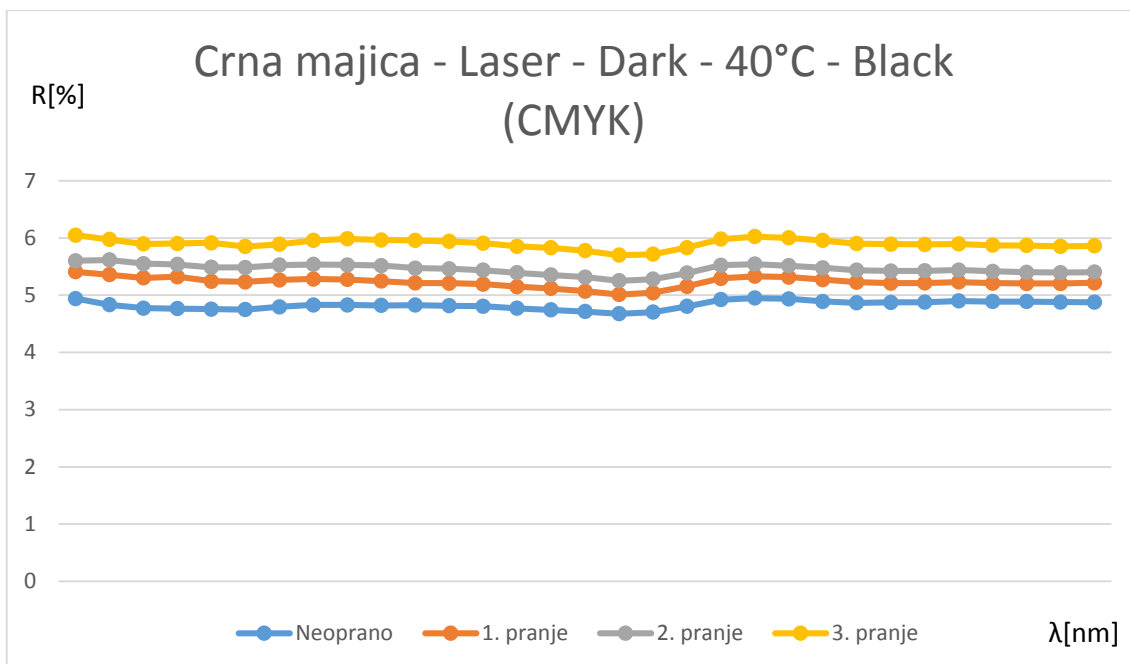
Slika 64 Crna majica - Laser - Dark - 60°C – Black

Tendenciju slabije postojanosti ima crna s manjom RTV, pa tako kolorimetrijska razlika crne boje RTV 60% prana na 40°C iznosi  $\Delta E_{0-1}=2,25$ ;  $\Delta E_{0-2}=2,68$  i  $\Delta E_{0-3}=2,84$ , dok je razlika kod crne s RTV 40% uočljiva i golim okom;  $\Delta E_{0-1}=5,43$ ;  $\Delta E_{0-2}=5,93$  i  $\Delta E_{0-3}=6,38$ . Promjena u tonu također je vidljiva te iznosi za crnu boju RTV 40%  $\Delta H_{0-1}=4,56$ ;  $\Delta H_{0-2}=4,47$  i  $\Delta H_{0-3}=4,24$  što se i vidi u spektrofotometrijskoj krivulji na slici broj 65 gdje linija ima veći faktor refleksije u plavom i crvenom dijelu spektra.

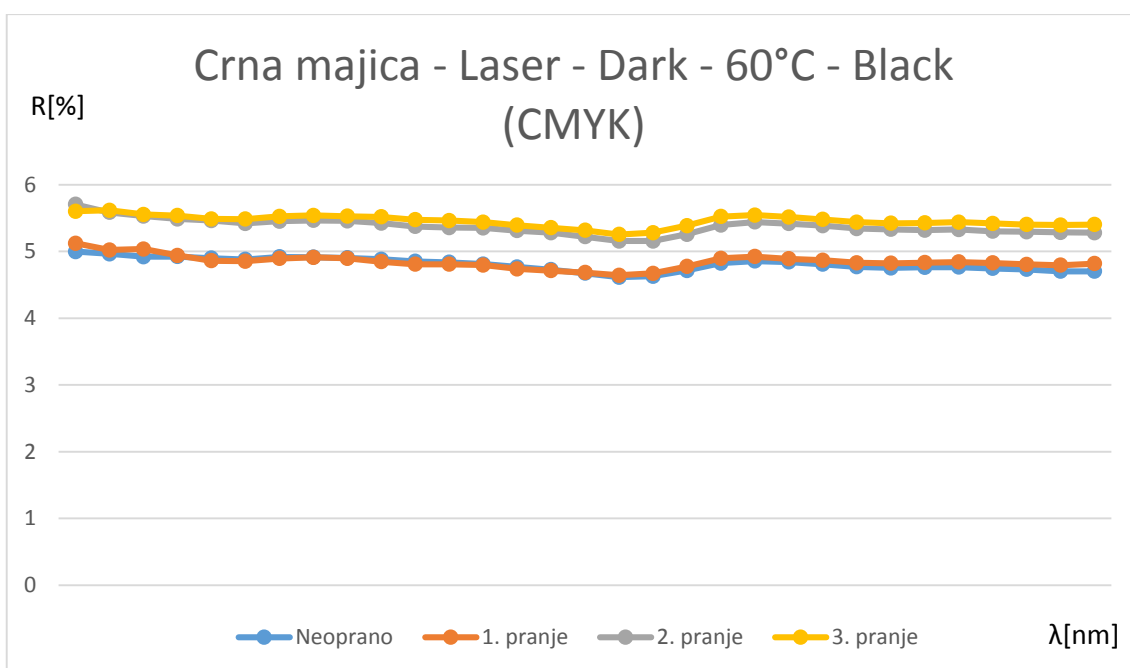


Slika 65 Crna majica - Laser - Dark - 40°C – Black 40%

Kolorimetrijska razlika kod CMYK crne boje već je podjednako postojana kao i čista crna K. Razlika u promjeni boje podjednaka je i kod pranja na 40°C i kod 60°C te iznosi za CMYK crnu pranu na 40°C  $\Delta E_{0-1}=0,53$ ;  $\Delta E_{0-2}=0,97$  i  $\Delta E_{0-3}=1,39$  i pranu na 60°C  $\Delta E_{0-1}=0,27$ ;  $\Delta E_{0-2}=1,39$  i  $\Delta E_{0-3}=1,35$  iz čega je vidljiva kvaliteta same folije bez obzira na laserski tisak koji je podložan slabijoj postojanosti svojih bojila, tj. tonera. Proizvođač u svojim specifikacijama za laser Dark termo transfer foliju propisuje pranje na 40°C, a iz slike broj 66 i 67 je vidljivo kako je to odstupanje jednako i s pranjem na 60°C.

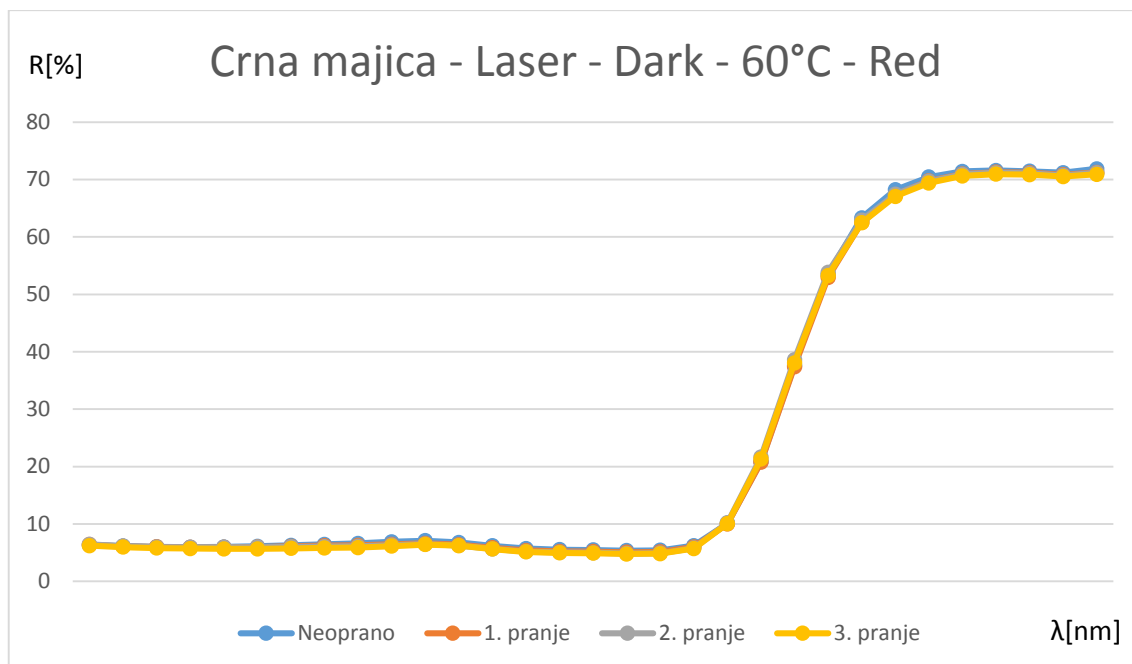


Slika 66 Crna majica - Laser - Dark - 40°C – Black (CMYK)

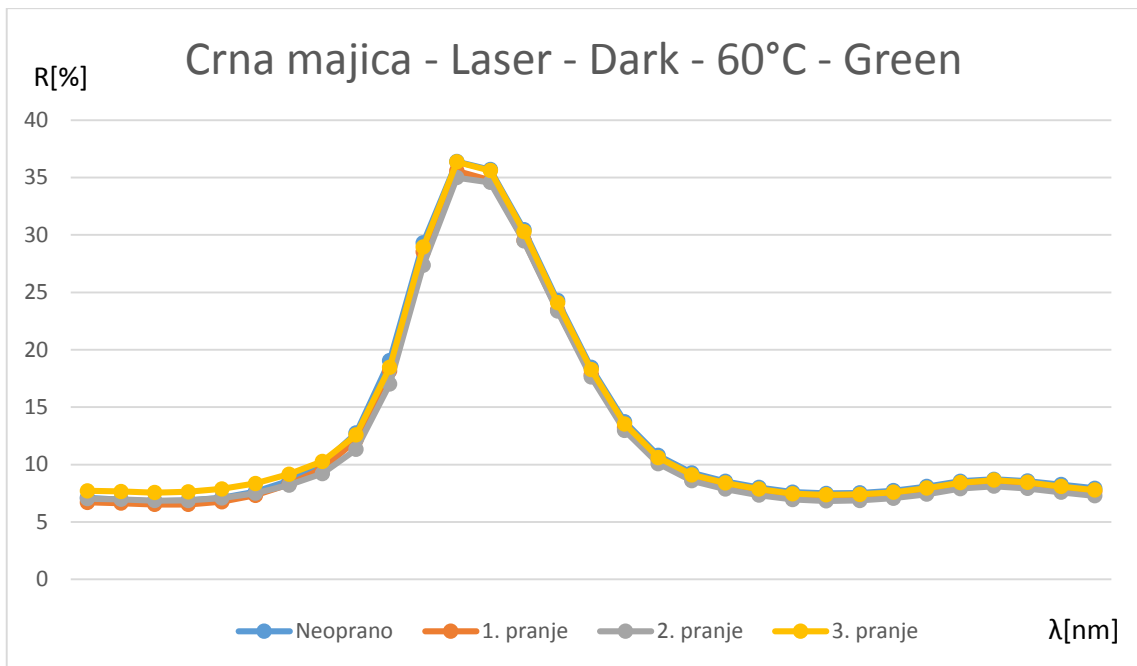


Slika 67 Crna majica - Laser - Dark - 60°C – Black (CMYK)

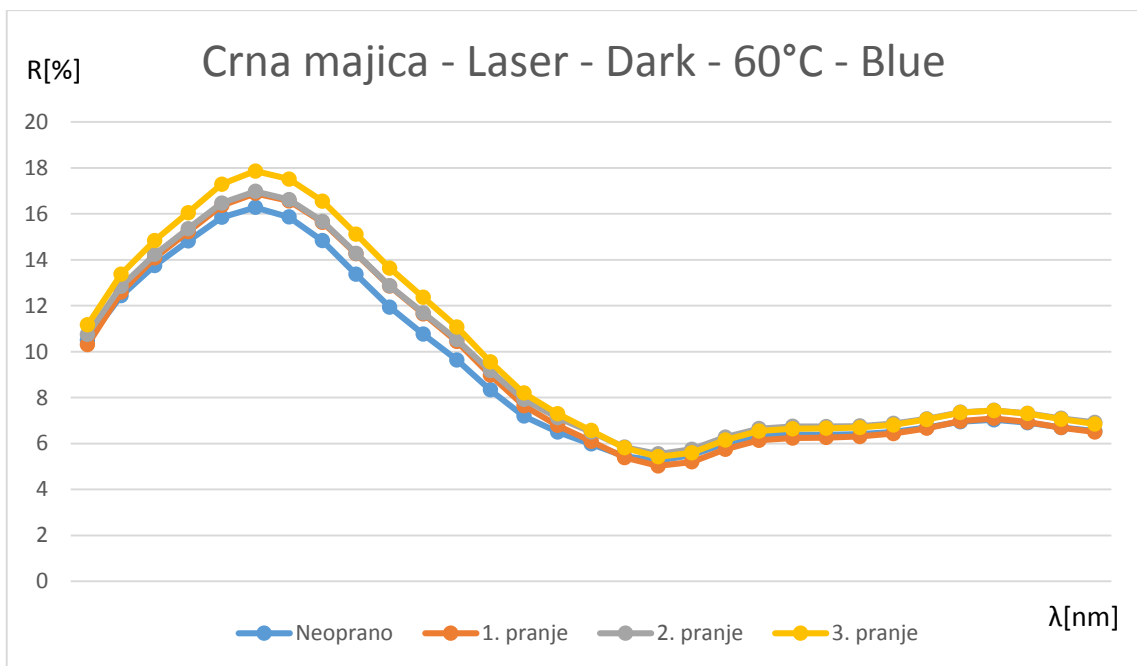
Ostale mjerene boje; crvena, zelena i plava također daju mala odstupanja vidljiva samo spektrofotometrijskim uređajem te je njihova spektralna krivulja prikazana na slikama broj 68, 69 i 70 za pranje na 60°C gdje je odstupanje u odnosu na 40°C malo veće.



Slika 68 Crna majica - Laser - Dark - 60°C – Red



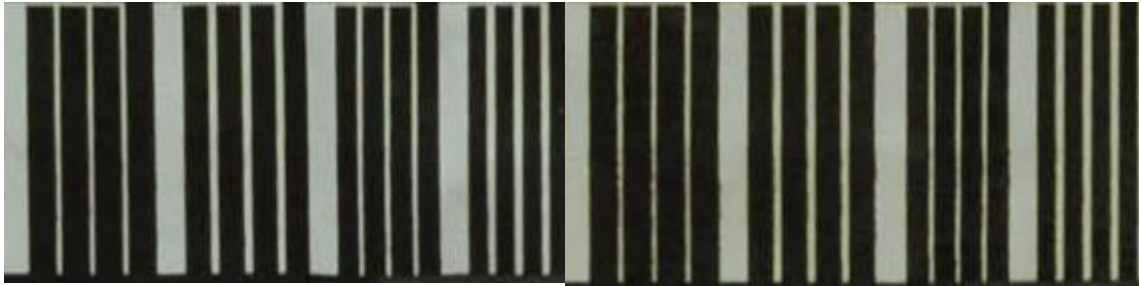
Slika 69 Crna majica - Laser - Dark - 60°C – Green



Slika 70 Crna majica - Laser - Dark - 60°C – Blue

Kako je i prije navedeno, laser Dark termo transfer folija ima podjednaku spektralnu krivulju i kolorimetrijske razlike kao i termo transfer folija New Generation. Bez obzira što proizvođač navodi moguću veću temperaturu pranja New Generationa u odnosu na Dark termo transfer, bitnija razlika se ne vidi, već zapravo New Generation folija ima izraženija mehanička oštećenja od folije Dark. Kod tiska na neopranoj majici vidljiva je

oštrija slika laser Dark folije gdje je odmah na početku kvalitetom bolja od termo transfera New Generation (Slika 71).



Slika 71 Oštrina linija prikazana na termo transfer folijama (Dark i New Generation)

Kada se rezimiraju ankete i sva spektralna i kolorimetrijska mjerenja jasno je kako termo transfer Dark, iako u maloj razlici u kvaliteti, ipak dominira. Što se tiče cijene, arak A3 termo transfer folije Dark iznosi 18 kn, dok je New Generation skuplji i stoji 19,5 kn. Usporedba svih tehnika tiska na crne majice vidljiva je na slici 72 gdje su predočena sva tri pranja.

## DTG



## Inkjet - Siser



## Laser – New Generation



## Laser - Rayfilm



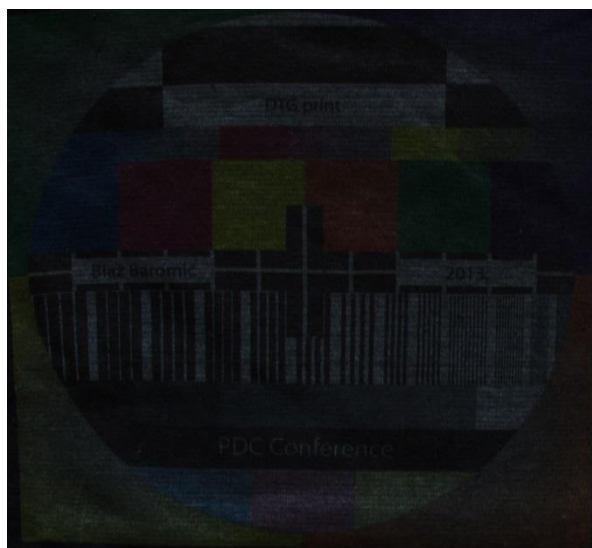
## Laser - Dark



Slika 72 Prikaz toka pranja svih tehnika tiska na crne majice

### 5.3.2. Tehnika tiska na tamne majice s najlošijim odlikama

Kvaliteno najgora tehnika tiska na tamne majice je DTG iz razloga što je već kod samog tiska došlo do problema gdje početni sloj, *primer* nije nanešen kako treba te je s time kontrast ostalih boja premalen i dobiveni rezultati nisu imali smisla (Slika 73). U firmi u kojoj je rađen DTG tisak rečeno je da se problemi s *primer*-om javljaju gotovo uvijek te da je potrebno desetak majica da tisak koji kasnije dolazi na *primer* ima barem nekakvog smisla što dovodi do gubitaka i neisplativosti ovog uređaja s pretpostavkom da je namijenjen za manje naklade. Postojanost tiska kao i kod svijetlih majica je iznimno dobra samo što se ovdje ta karakteristika zanemaruje.



Slika 73 DTG tisak na crne majice

U odnosu na DTG tisak, kvalitetno najbolji tisak na neopranoj crnoj majici dobiven je na termo transferu Rayfilm koji već nakon prvog pranja gubi na postojanosti boje. Kod termo transfera Rayfilm dolazi do velike kolorimetrijske razlike u odnosu na neoprano majicu i mala mehanička oštećenja tijekom pranja koja su karakterizirana odljepljivanjem termo transfer folije od majice.



## DTG



## Inkjet - Polytape



## Laser – Five star



## Laser - Univerzal



## Laser - Yosan



Slika 74 Prikaz tijekom pranja svih tehnika tiska na bijele majice

## 6. ZAKLJUČAK

Gledajući postojanost boje tijekom pranja vidljivo je da DTG pruža najpostojanije otiske. Ako se kvaliteta tiska uključi u razmatranje finalnog proizvoda, cjelokupni dojam može pasti u očima potencijalnog kupca. Slabija kvaliteta otiska, razmazivanje boje i viša cijena gotovog proizvoda neki su od nedostataka DTG tiska. Ispitanici koji su popunjavali anketu najčešće su za prednost ovog tiska spominjali prirodan izgled majice i postojanost otiska što i jesu najznačajnije odlike.

Malo slabija, ali zadovoljavajuća postojanost dobivena je kod Inkjet tehnologije tiska na majice gdje postojanost najviše pada kod pranja na 60°C, temperaturu za koju majica nije ni predviđena, ali joj je podvrgnuta radi usporedbe s ostalim tehnikama primijenjenim na majice. Pomalo plastičan dojam daje majica na kojoj se nalazi Siser ili Politape termo transfer tiskan Inkjetom i takvoj majici nedostaje prozračnosti. Postojanost i kvaliteta tiska najčešće su prednosti koju su zamijetili ispitanici.

Pretpostavka je bila kako laserski tisak koji koristi toner za otisak na tiskovnu podlogu rezultira slabijim mehaničkim svojstvima otiska u odnosu na Inkjet. U ovome radu jasno se može zaključiti da vrsta bojila ne igra toliku ulogu kao što je slučaj s tiskovnom podlogom što se može usporediti s postojanošću crne boje na Inkjetu Siser termo transfer foliji i laser Dark termo transfer foliji gdje je kolorimetrijska razlika puno manja u slučaju lasera.

S obzirom na cijenu pojedinih tehnika tiska, Inkjet tehnologija s termo transfer folijama za A4 format iznosi oko 12 kn, termo transfer Dark i New Generation zajedno s tiskom iznose oko 15 kn A4 formata dok je DTG tehnika najskuplja i iznosi oko 20 kn za A4 format. Naknadno je bila kontaktirana firma kod koje se radio DTG tisak te su s njihove strane poručili kako više ne vrše DTG tisak zbog neisplativosti pa je kao alternativa dan Inkjet tisak. Laser Dark koji je pokazao najbolje karakteristike kvalitete i postojanosti tijekom vremena više se nije mogao naručiti od strane firme u kojoj je bio naručen, iz razloga što su se potrošači izjasnili kako je New Generation bolji te su tako Dark povukli iz prodaje.

Promjene u boji u pojedinim tehnikama tiska ne podudaraju se, već variraju tijekom pranja. Postojanost boja u svim tehnikama ne ovisi o punom tonu i pokrivenosti boje, već varira od tehnike do tehnike pa tako ovisi i o vrsti termo transfer papira, tj. folije.

## 7. LITERATURA

1. H.KIPPAN: Handbook of Print Media, Technologies and Production Methods, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 2001.
2. \*\*\*<http://www.wmich.edu/pci/digital/pp2.htm>, 26. kolovoza 2014.
3. \*\*\*[http://materijali.grf.unizg.hr/media/boje%20za%20digitalne%20tehnike\\_ton\\_eri.pdf](http://materijali.grf.unizg.hr/media/boje%20za%20digitalne%20tehnike_ton_eri.pdf), 25. kolovoza 2014.
4. \*\*\*<http://materijali.grf.unizg.hr/media/ink%20jet.pdf>, 26. kolovoza 2014.
5. Print-magazin, Broj 1, Tema broja: Tisak na T-Shirt, ožujak 2014. godine
6. \*\*\*[http://www.pulseprint.co.uk/article/custom\\_tshirt\\_printing/](http://www.pulseprint.co.uk/article/custom_tshirt_printing/), 26. kolovoza 2014.
7. \*\*\*[http://www.canon.hr/For\\_Work/Products/Professional\\_Print/Digital\\_Colour\\_Production/imagePRESS\\_C1\\_plus/#p-specification1](http://www.canon.hr/For_Work/Products/Professional_Print/Digital_Colour_Production/imagePRESS_C1_plus/#p-specification1), 28. kolovoza 2014.
8. \*\*\*[http://www.imachinegroup.com/freejet\\_TX\\_direct\\_to\\_garment\\_printer.php](http://www.imachinegroup.com/freejet_TX_direct_to_garment_printer.php), 24. kolovoza 2014.
9. \*\*\*<http://topsolutions.info/product/view/62>, 27. kolovoza 2014.
10. \*\*\*<http://www.digitalpartner.hr/DIPA-termo-presa-MG.php>, 26. kolovoza 2014.
11. \*\*\*[http://www.grf.unizg.hr/wp-content/uploads/2010/09/SMP\\_KatalogOpreme\\_FINAL-WEB\\_v2.pdf](http://www.grf.unizg.hr/wp-content/uploads/2010/09/SMP_KatalogOpreme_FINAL-WEB_v2.pdf), 25. kolovoza 2014.
12. \*\*\*<http://www.forever-ots.com/transfer-paper/laser-heat-transfer-paper.html>, 26. kolovoza 2014.
13. \*\*\*[http://en.poli-flex.de/pages/product/textile\\_graphics/flex\\_printable.html](http://en.poli-flex.de/pages/product/textile_graphics/flex_printable.html), 28. kolovoza 2014.
14. \*\*\*[http://www.siser.it/wp-content/uploads/Colorprint\\_ing.pdf](http://www.siser.it/wp-content/uploads/Colorprint_ing.pdf), 25. kolovoza 2014.

## 7.1. Popis slika

1. Primjer elektrofotografskog procesa
2. Podvrste Inkjet tehnologije
3. Kontinuirani Inkjet
4. Drop on demand Inkjet
5. Vrste tehnika tiska na majice
6. Princip otiskivanja sitotiskom
7. Primjer sublimacijskog tiska
8. DTG pisač
9. Softver za spektrofotometrijsko i denzitometrijsko mjerenje, Color Shop X
10. Primjer pripreme za tisak
11. Elektrofotografski (laserski) pisač Canon C1+
12. DTG pisač FreeJet 320 TX
13. Inkjet pisač Roland SP-300
14. Termo preša DIPA MG-3
15. Spektrofotometar X-Rite i1 Pro
16. Crna majica – Laser – Rayfilm – 40°C – Cyan
17. Crna majica – Laser – Rayfilm – 40°C – Magenta
18. Crna majica – Laser – Rayfilm – 40°C – Yellow
19. Crna majica – Laser – Rayfilm - 40°C - Black
20. Proces pranja tamne majice – Laser – Rayfilm - 40°C
21. Crna majica – Laser – Rayfilm – 40°C – Black RTV 60%
22. Crna majica – Laser – Rayfilm – 40°C – Black RTV 40%
23. Crna majica – Laser – Rayfilm – 40°C – Black (CMYK)
24. Crna majica – Laser – Rayfilm – 40°C – Red
25. Crna majica – Laser – Rayfilm – 40°C – Green
26. Crna majica – Laser – Rayfilm – 40°C – Blue
27. Rezultati ankete nakon prvog pranja svijetlih majica
28. Rezultati ankete nakon drugog pranja svijetlih majica
29. Rezultati ankete nakon trećeg pranja svijetlih majica
30. Bijela majica – DTG – 40°C – Cyan

31. Bijela majica – DTG – 60°C – Cyan
32. Neokrenuta bijela majica – DTG – 40°C – Magenta
33. Bijela majica – DTG – 40°C – Yellow
34. Bijela majica – DTG – 40°C – Black
35. Bijela majica – DTG – 60°C – Black
36. Bijela majica – DTG – 60°C – Black (CMYK)
37. Bijela majica – DTG – 60°C – Podloga
38. Bijela majica – DTG – 40°C – Red
39. Neokrenuta bijela majica – DTG – 40°C – Red
40. DTG tisak na bijelim majicama nakon trećeg pranja
41. Nezadovoljeni sivi balans kod DTG tiska
42. Bijela majica – DTG - 40°C – Black 60%
43. Bijela majica – Laser – Yosan - 40°C – Cyan
44. Bijela majica – Laser – Yosan - 40°C – Magenta
45. Bijela majica – Laser – Yosan - 40°C – Yellow
46. Bijela majica – Laser – Yosan - 40°C – Black
47. Bijela majica – Laser – Yosan - 60°C – Black
48. Bijela majica – Laser – Yosan - 40°C – Black (CMYK)
49. Neokrenuta bijela majica – Laser – Yosan - 40°C – Black (CMYK)
50. Bijela majica – Laser – Yosan - 60°C – Black (CMYK)
51. Laserski tisak na bijelim majicama – Laser – Yosan - 40°C
52. Laserski tisak na bijelim majicama – Laser – Yosan - 60°C
53. Oštećenja nakon pranja na 60°C – Laser – Dark
54. Rezultati ankete nakon prvog pranja tamnih majica
55. Rezultati ankete nakon drugog pranja tamnih majica
56. Rezultati ankete nakon trećeg pranja tamnih majica
57. Crna majica – Laser – Dark - 40°C – Cyan
58. Crna majica – Laser – Dark - 60°C – Cyan
59. Crna majica – Laser – Dark - 40°C – Magenta
60. Crna majica – Laser – Dark - 60°C - Magenta
61. Crna majica – Laser – Dark - 40°C – Yellow
62. Crna majica – Laser – Dark - 60°C – Yellow

63. Crna majica – Laser – Dark - 40°C – Black
64. Crna majica – Laser – Dark - 60°C – Black
65. Crna majica – Laser – Dark - 40°C – Black 40%
66. Crna majica – Laser – Dark - 40°C – Black (CMYK)
67. Crna majica – Laser – Dark - 60°C – Black (CMYK)
68. Crna majica – Laser – Dark - 60°C – Red
69. Crna majica – Laser – Dark - 60°C – Green
70. Crna majica – Laser – Dark - 60°C – Blue
71. Oštrina linija prikazana na termo transfer folijama Dark i New Generation
72. Prikaz toka pranja svih tehnika tiska na crne majice
73. DTG tisak na crne majice
74. Prikaz toka pranja svih tehnika tiska na bijele majice

## 7.2. Popis tablica

1. Prednosti i mane termo folija/papira
2. Prednosti i mane sitotiska
3. Prednosti i mane sublimacije
4. Prednosti i nedostaci DTG tiska
5. Specifikacije za aplikaciju folija/papira na svijetle majice
6. Specifikacije za aplikaciju folija/papira na tamne majice
7. Kolorimetrijska razlika tokom pranja za crnu i CMYK crnu boju
8. Kolorimetrijska razlika  $\Delta E$  za magentu i žutu boju Laser – Yosan - 40°C
9. Povećanje kolorimetrijske razlike  $\Delta E$  u odnosu na povećanje RTV crne boje – Laser – Yosan