

# Manipulacija bojama u Ink Jet tisku

---

**Damjanović, Marina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*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:216:906930>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-15**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

MARINA DAMJANOVIĆ

MANIPULACIJA BOJAMA U INK JET TISKU

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

MARINA DAMJANOVIĆ

# MANIPULACIJA BOJAMA U INK JET TISKU

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

izv.prof.dr.sc. Igor Zjakić

Student:

Marina Damjanović

Zagreb, 2016.

## *Zahvala*

*Zahvaljujem svom mentoru izv.prof.dr.sc. Igoru Zjakiću na pomoći, strpljenju te stručnim savjetima koje mi je pružio prilikom pisanja ovog rada.*

*Zahvaljujem svojoj obitelji na neizmornoj podršci i razumijevanju tijekom ovih pet godina studiranja.*

## **SAŽETAK**

Kod svake tehnike tiska prije procesa otiskivanja potrebno je kvalitetno obraditi sliku kako bi krajnja reprodukcija bila što kvalitetnija. U ovom diplomskom radu istražit će se koje je parametre potrebno koristiti pri manipulacije bojom za Inkjet tisak. Istraživanje se provodi kroz nekoliko faza kako bi dobili određene zaključke. Prva faza je priprema samih predložaka na kojima će se nakon otiskivanja vršiti prvo vizualni odabir pomoću ankete i mišljenja ispitanika, nakon čega slijedi druga faza istraživanja. Druga faza istraživanja odnosi se na kolorimetrijska mjerenja uzoraka kako bi se ustanovile precizne vrijednosti boja koje se u konačnici prikazuju pomoću trodimenzionalnih grafova i tako određuju postoji li promjena u tonu boje, zasićenosti ili svjetline. Kako bi se izračunala stvarna udaljenost između točaka koristi se izraz  $\Delta E^* = [ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 ]^{1/2}$  čije se vrijednosti uspoređuju s zadanim vrijednostima kako bi se uočio stupanj razlike.

## **KLJUČNE RIJEČI**

Inkjet, tisak, CIE L\*A\*B\*, boje, digitalna manipulacija

## **ABSTRACT**

At each printing techniques before printing process, a high quality image process to end the reproduction of the highest quality. This thesis will be examined by the parameters should be used in the manipulation of color inkjet printing. The research was carried out through several stages to get some conclusions. The first stage is to prepare templates to be used after printing carried out the first visual selection using surveys and opinions of buyers, followed by a second phase of research. The second phase of research relates to the colorimetric measurement samples to establish the precise color values that are ultimately displayed using the three-dimensional graphs and also determine if there is a change in the color, saturation and brightness. In order to calculate the actual distance between points used the term  $\Delta E^* = [ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 ]^{1/2}$  whose values are compared with set values to observed the degree of difference.

## **KEY WORDS**

Inkjet, printing, CIE L \* a \* b \*, color, digital manipulation

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO .....	2
2.1. Povijest boje .....	2
2.2. Simbolika boja .....	3
2.3. Percepcija boja .....	4
2.4. Individualni doživljaj boja.....	5
2.5. Defektno viđenje boja .....	6
2.6. Funkcije uspoređivanja boja.....	7
2.7. Prostori boja.....	9
2.8. Fizički i psihološki efekt boja .....	13
2.9. Psihološko značenje boja.....	14
2.10. Boje u marketingu .....	16
2.11. Višebojni tisak.....	17
2.12. Vrste rastriranja .....	18
2.13. Deformacija rasterskih elemenata.....	20
2.14. Osnovna načela uređivanja slika.....	20
2.15. Izrada PDF dokumenta .....	23
2.16. Princip rada Ink jet pisača .....	24
2.17. Kontinuirani Inkjet .....	25
2.18. Otiskivanje na zahtjev .....	27
2.19. Bojila za Inkjet tisak .....	30
2.20. Tiskovne podloge za Inkjet tisak .....	31
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	33
3.1. Cilj istraživanja .....	33
3.2. Metode korištene za izradu diplomskog rada .....	33
3.3. Uređaji korišteni za izradu diplomskog rada.....	37
4. PRIKAZ REZULTATA I DISKUSIJA .....	41
4.1. Milka .....	41
4.2. Dorina .....	47
4.3. Orbit.....	52
4.4. Nesquik.....	58
4.5. Cedevita .....	63
5. ZAKLJUČCI.....	69

6. LITERATURA.....	70
7. PRILOZI.....	71



# 1. UVOD

Da bi u grafičkoj industriji nastao otisak, on mora proći kroz niz procesa kako bi se dobila konačna reprodukcija. Zbog širokog procesa nastajanja otiska, na njegovu krajnju kvalitetu utječe niz parametara koji se pojavljuju u procesu pripreme, tiska pa i dorade. Iako je grafička tehnologija jako napredovala i dalje je teško reproducirati savršene otiske. Iz tog razloga u cijelom procesu konstantno se prate određeni parametri, a na njih se bitno može utjecati kvalitetnom pripremom otisaka.

Svaka fotografija do krajnjeg otiska prođe kroz nekoliko uređaja, a prolaskom kroz svaki uređaj njezina kvaliteta se smanjuje. Kako bi se to što više spriječilo potrebno je koristiti kalibrirane uređaje i programe, te isto tako pokušat što pravilnije procijenit što je potrebno napraviti.

Najbitniji faktor kod reprodukcije slika svakako je prikaz boja. Boje imaju veliki utjecaj na potrošače i iz tog razloga im je potrebno što vjerodostojnije prikazati boje. Uloga boje bitna je i u prehrambenoj industriji i ako potrošač u svojoj svijesti ima percepciju boje drugačije od ponuđene, upitno je hoće li odabrati taj proizvod. Što je čovjekovo saznanje o boji šire to je on bolje može prilagoditi svojim potrebama i njome vladati.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Povijest boje

Boje su čovječanstvu poznate već tisućama godina, oduvijek su očaravale ljude i kao takve predmet su mnogih istraživanja i dan danas. Razne stare civilizacije raspoznavale su mnoge boje, ali određivanje imenom bilo je vrlo ogranično. Kod mnogih su definirane bile crna i bijela boja kao tamno i svijetlo. Termini koji se upotrebljavaju za definiranje boja odnose se na jedanaest boja, a to su : crna, bijela, žuta, narančasta, crvena, roza, ljubičasta, zelena, plava, siva, smeđa te crna. Sve ostale boje kojih ima preko milijun preuzele su termine iz svakodnevnog života. Tako neke boje prepoznamo kao boja fuksije, boja kave, boja mesa, boja pistacije itd.

Još u četvrtom stoljeću prije nove ere Aristotel je među prvima definirao dvije „primarne boje“, a to su žuta i plava. Otkrio je da se miješanjem dviju boja može dobiti treća. Zaključke je donio na temelju spajanja žutog i plavog stakla koja su zajedno stvarali zelenu boju. Budući da se Aristotel bavio i filozofskim pitanjem odnos dvaju boja doveo je u suprotnu vezu, pa je njihovo značenje bilo sunce – mjesec, žena – muškarac, voda – vatra. Vrlo brzo Aristotel ih je također usporedio s četiri osnovna elementa (vatra, voda, zemlja i zrak).

Hipokrat koji je postavio temelje medicine kakvu danas poznajemo primijetio je da boja može imati i terapijske učinke. Ustanovio je da svjetlo ljubičasta boja može imati drugačiji utjecaj na čovjeka od tamno ljubičaste boje. Avicenna je također vjerovao da predispozicije za određene bolesti ima veze s osjetljivošću čovjeka na određene boje. Sukladno toj tezi ustanovljavao je vezu pacijenta s određenom bojom tokom liječenja.

Sir Isaac Newton 1672. godine postavio je modernu teoriju o bojama. On je otkrio da iz bijele svjetlosti može nastati cijeli spektar boja. Do otkrića je došao tako što je kroz prizmu propustio bijelu svjetlost, a izlazna svjetlost je bila rastavljena na sedam različitih boja: crvena, narančasta, žuta, zelena, plava, indigo i ljubičasta. Širenje u zrake nazvao je disperzija, a različito obojane zrake spektar. Newton je

tada također uspio vratiti rastavljenu svjetlost u bijelu svjetlost kroz drugačije postavljenu prizmu. Budući da je Newtonova teorija bila vrlo revolucionarna, mnogi znanstvenici su pokušali dokazati da ona nije točna. Poznati mislilac Johannes Wolfgang von Goethe jedan je od onih koji nisu podržavali Newtonovu teoriju. Von Goethe smatrao je da je Newtonova tvrdnja točna samo ako se bijela svjetlost može rastaviti gdje god je to moguće. Kako bi to dokazao von Goethe je reflektirao bijelu svjetlost na zid sobe. Neočekivano pojavile su se dvije različite boje na krajevima kruga, plava i žuta, a svjetlost u sredini bila je bijela. Njegov zaključak je bio da je plava boja bliža rubu dok je žuta boja bliža bijeloj. Takav zaključak vratio ga je na isti zaključak koji je zaključio i Aristotel, a to je da se svjetlost može podijeliti na primarnu žutu i plavu boju <sup>[1]</sup>.



Slika 1. Sir Isaac Newton i pokus s prizmom (izvor slike: <http://www.gettyimages.com/detail/video/newtons-optics-coloured-historical-artwork-of-the-stock-video-footage/136798176>)

Za vrijeme Leonarda da Vincija učenjaci su smatrali da svjetlost izlazi iz oka, te da zbog toga vidimo predmete. Secirajući ljudsko oko da Vinci je pretpostavio da se svjetlost ulazi u ljudsko oko zbog čega vidimo predmete, što se kasnije pokazalo točnim. Da Vinci je ustanovio da ljudsko oko apsorbira svjetlost odnosno elektromagnetske valove.

## 2.2. Simbolika boja

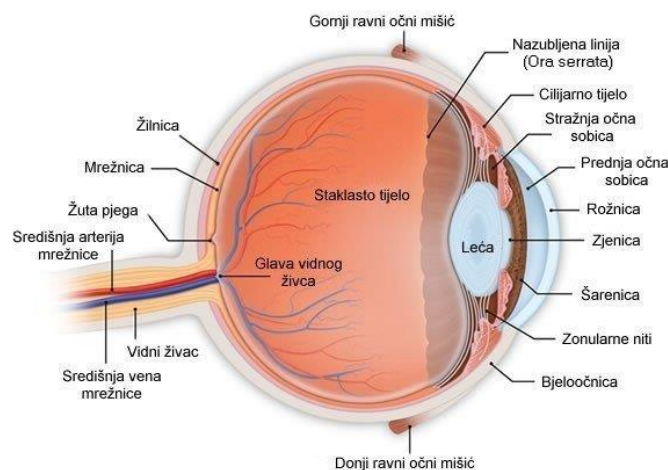
Tijekom stoljeća boje su često mijenjale značenje ovisno o vremenu, kulturi i civilizaciji, a isto tako se njihov simbolizam gradio kroz čitavu povijest. Svaka kultura i rasa simbolizira boje na drugačiji način, odnosno boja nema isto značenje

u svakoj kulturi. Kako se simbolika boja sve više nadopunjavala, tako je nastajala hijerarhijska ljestvica boja. U prošlosti boja odjeće označavala je pripadnost u društvu, odvajala je bogate ili siromašne, zdrave ili bolesne, kršćane ili nekršćane.

U današnje vrijeme boja odjeće nema bitnu ulogu u kategorizaciji stanovništva, ali boja još uvijek osigurava stenogram u svakodnevnom govoru. Tako je zeleni humor u Španjolskoj, ljubičasti humor u Japanu ili žuti humor u Hong Kongu. Ako si u Americi plav onda si potišten, dok si u Njemačkoj plav kada si pijan <sup>[1]</sup>.

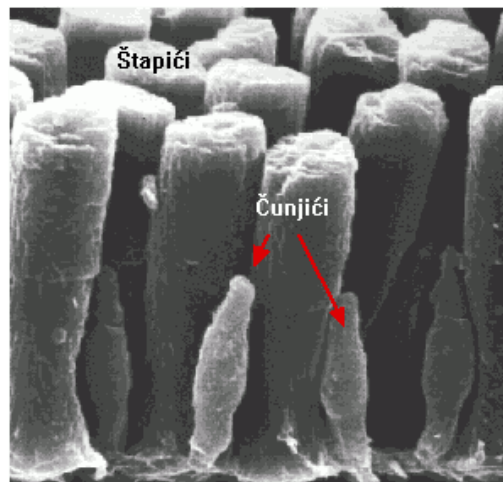
### 2.3. Percepcija boja

Kako bi mogli percipirati boje potrebno je da je ljudsko oko sposobno propustiti upadnu svjetlost kroz rožnicu. Rožnica je prednji prozirni dio vanjske očne ovojnice, a njena uloga je lom svjetlosti, odnosno refrakcija oka, te služi kao zaštita oka od mehaničkih oštećenja. Rožnica fokusira svjetlost na stražnji dio oka stvarajući pritom umanjenu i obrnutu sliku. Na prednjem djelu iza rožnice nalazi se šarenica unutar koje se nalazi zjenica. Zjenica regulira ulazak svjetlosti mijenjajući svoj oblik, odnosno ona se steže ili otvara. Zjenica se steže pri jakoj svjetlosti, a otvara pri slaboj. U stražnjem djelu smještena je mrežnica koja se sastoji od devet slojeva u kojima su smješteni vidni receptori koji se nazivaju štapići i čunjići.



Slika 2. Anatomija ljudskog oka (izvor slike: <http://lcl-optika.hr/kako-funkcionira-ljudsko-oko/>)

Doživljaj boje je subjektivan i ovisi o tome kako će mozak reagirati na podražaje. Ulazna elektromagnetska energija iz svjetlosti pretvara se u živčane impulse. Živčani impulsi preko živčanih vlakana putuju do zatiljnog djela kore velikog mozga i tu se interpretiraju kao slika. Pomoću optičkih živaca signal putuje do dijela mozga koji je zadužen za vid. Na putu između fotoreceptora i mozga informacija o boji, pokretu, svjetlini te sjajnosti se kodira ili dekodira te tako stvara vidni osjećaj. Preko štapića dobiva se informacija o intenzitetu svjetlosti, a njihova osjetljivost omogućuje monokromatski vid uz osvjetljenje veće od 0,2 lx. Pomoću čunjića koji su kraći i deblji u mrežnici raspoznamo boje, tj. oni reagiraju na osvjetljenje jače od 30 lx.



Slika 3. Prikaz štapića i čunjića u ljudskom oku (izvor slike: [http://www.lchr.org/a/48/dq/oko\\_A-daptacija.html](http://www.lchr.org/a/48/dq/oko_A-daptacija.html))

## 2.4. Individualni doživljaj boja

Mnogi vanjski faktori i podražaji utječu na osjetljivost čunjića i štapića. Jedan od faktora također je i individualnost svakog organizma odnosno ne postoje dvije iste jedinice s istim osjetljivim karakteristikama. Individualni doživljaj boje dokazan je kada je ustanovljeno da se osjetljivost čunjića u srednjim i dugim valnim duljinama razlikuje i do 20 nm. Razlike u spektralnoj apsorpciji određenih vrsta čunjića najčešće se događaju uslijed kemijskih reakcija na mrežnici oka koje su uvjetovane različitim koncentracijama vitamina A. Na individualnu osjetljivost oka utječe i apsorpcija svjetlosti na od prilike 450 nm za što su zaslužni pigmenti unutar oka

koji se nalaze ispred fotoreceptora. S obzirom na subjektivni doživljaj boje određena populacija može raspoznati širi spektar boja dok određeni dio ljudi ima defektno viđenje boja. CIE u korištenju termina koji definiraju karakteristike promatrača preporučuje hipotetski izraz prosječni standardni promatrač [1].

## 2.5. Defektno viđenje boja

John Dalton je oko 1950 godine ustanovio da boje percipira drugačije od ostalih. Dalton je shvatio da može raspoznati samo tri od sedam osnovnih boja odnosno ono što je većina ljudi percipirala kao narančasto, zeleno, crveno i žuto on je percipirao samo kao žuto. Njegov zaključak je da nije osjetljiv na veće valne duljine, tj. da mu nedostaje jedna vrsta receptora.

Izostanak nekih vrsta čunjića krivo je za defektno viđenje boja. Ljudi kojima izostaju neki čunjići nazivaju se dikromati. Protanopija je pojava koja uzrokuje izostanak fotopigmenata osjetljivih na duge valne dužine, a onemogućuje percepciju razlike između crvene i djelomično zelene boje. Deuteranopija je pojava koja onemogućava razlikovanje zelene i djelomično crvene boje zbog izostanka fotopigmenata koji reagiraju na srednje valne duljine. Tritanopija je pojava koja onemogućava razlikovanje plave i žute boje jer fotopigmenti nisu osjetljivi na podražaje kraćih valnih duljina.



Slika 4. Prikaz viđenja boja za deutaneropiju, protanopiju i tritanotopiju  
(izvor slike: <https://www.emaze.com/@AITOLIRZ/Colorblindness>)

## 2.6. Funkcije uspoređivanja boja

Kako bi se mogli odrediti uvjeti koji definiraju osjet boje potrebno je definirati i određene parametre koji su mjerljivi kako bi se mogli standardizirati u svrhu usporedbe i ponavljanja procesa. Takva metoda naziva se trikromatsko uspoređivanje i međunarodno je priznata. U mrežnici oka nalaze se tri vrste čunjića koji su osjetljivi na određene valne duljine pa su sukladno tome određena tri monokromatska područja uspoređivanja boja. Podražaj zelene i plave izabran je tako da se podudara s istaknutim linijama živinog spektra, dok je crveni podražaj odabran iz dijela spektra gdje se ton malo mijenja promjenom valne duljine [1].

Na taj način su definirane valne duljine kako bi se boje mogle uspoređivati s vrijednostima za plavi spektar  $\lambda = 435,8$  nm, za zeleni spektar  $\lambda = 546,1$  nm te crveni  $\lambda = 700$  nm. Iznosi podražaja u ta tri dijela spektra u usvojenim jedinicama nazivaju se trisimultane vrijednosti. Komponente R, G i B prikazane su kao distribucijski koeficijenti  $r(\lambda)$ ,  $g(\lambda)$ ,  $b(\lambda)$  i krivulje funkcija  $(\lambda)r$ ,  $(\lambda)g$ ,  $(\lambda)b$  koeficijenata nazivaju se funkcije uspoređivanja boja.

CIE usvaja nove nove trisimultane vrijednosti X, Y, Z kako bi se izbjegle negativne vrijednosti. Nove vrijednosti dobivaju se iz R G B vrijednosti pomoću jednadžbi

$$X = 0,49R + 0,31G + 0,20B$$

$$Y = 0,17697R + 0,82140G + 0,01063B$$

$$Z = R + 0,01G + 0,99B$$

Koeficijenti x, y, z ekvivalentni su vrijednostima X, Y, Z te pokazuju koliki dio pojedinih imaginarnih komponenata je potreban standardnom promatraču kako bi mogao usporediti boje spektra koje imaju pojedine valne duljine ili uža spektralna područja [1].

x, y, z komponente izvedene su iz jednadžbi

$$x = 0,49r + 0,31g + 0,20b$$

$$y = 0,17697r + 0,82140g + 0,01063b$$

$$z = 0,00r + 0,01g + 0,99b$$
 [1]

Kod reprodukcije višebojnih originala teži se prijenosu što je moguće većeg raspona vidljivog dijela spektra. Informacije o boji potrebno je prenijeti u određeni oblik kako bi se informacija sa što boljim opisom boje prenijela na određeni medij. Kada se boje reproduciraju na određeni medij glavni problem je neujednačenost doživljaja boje u ljudskom oku sa stvarnom spektralnom informacijom koja dolazi s određene površine. Opis boje kako izgleda pod određenim uvjetima rješenje je problema pa se definicija reflektirane svjetlosti obavlja trisimultanom informacijom. Pomoću takvog opisa boje se mogu opisati u trodimenzionalnom sustavu boja prikazujući ih putem tri točke koje su zapravo vrijednosti tri podražaja X, Y, Z. Vrijednosti se opisuju kao koordinate u odnosu na osi. Trisimultana informacija nema mogućnost biti prevedena u spektralnu informaciju dok će s druge strane svaka spektralna informacija koja je proizvedena iz trisimultane informacije biti deformirana. Trisimultani modeli ovisni su o izvoru svjetla, a kako bi se mogle odrediti vrijednosti prethodno je potrebno definirati svjetlosne uvjete pod kojima se treba postići usklađenost. Trisimultani modeli također su ovisni i o uređaju. To nije slučaj kod CIE modela koji po svojoj definiciji određeni jednim uređajem tj. standardnim promatračem. Budući da je doživljaj boje vrlo subjektivan i ovisi o karakteristikama promatrača u grafičkoj struci potrebno ju je definirati trisimultanim vrijednostima kako bi se mogla objektivno okarakterizirati. Za početak je potrebno vizualne informacije pretvoriti u spektralne u CIEXYZ prostor boja. CIEXYZ informacija se nakon toga pretvara u željeni oblik koji može biti ovisan o uređaju ili mediju. Budući da na tržištu postoji mnogo uređaja različitih proizvođača prilikom transformacije potrebno je koristiti prozapis uređaja. To su najčešće tablični zapisi koji sadrže karakteristike reproduciranja za dani uređaj. Profil uređaja dobiva se putem kalibracije, karakterizacije te kombinacijom oba postupka. Kalibracija je postupak podešavanja medija, uređaja ili procesa tako da se mogu dobiti ponovljive vrijednosti. Pomoću karakterizacije definiraju se odnosi između prostora boja medija ili procesa i uniformiranih prostora boja CIE sustava. Trisimultane vrijednosti potrebno je transformirati u RGB sustav jer prilikom transformacijom trisimultane informacije CIEXYZ iz medija u medij dolazi do smanjenja zasićenosti reflektirane svjetlosti.



Za reprodukciju vidljivog dijela spektra potrebno je koristiti bojila suptraktivne sinteze pa se sRGB model transformira u CMYK model na način

$$C = 1 - R$$

$$M = 1 - G$$

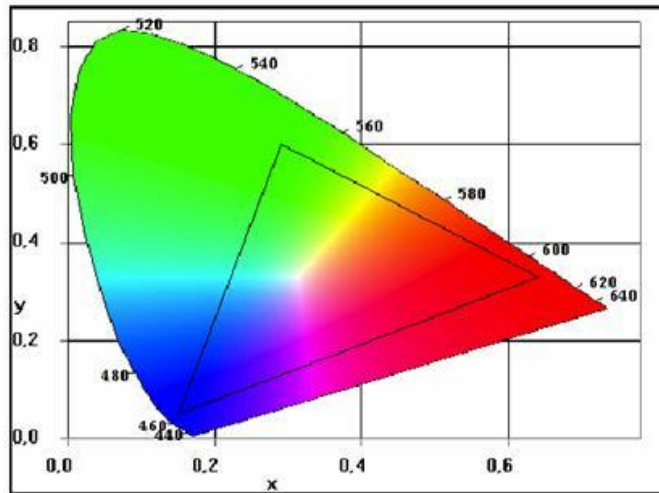
$$Y = 1 - B$$

$$K = \min (R, G, B)$$

[1]

## 2.7. Prostori boja

Osnova definiranja prostora boja nalazi se u CIEXYZ dijagramu koji se sastoji od primarnih boja osnovna tri dijela vidljivog spektra. Pomoću takvog prostora boje se definiraju vektorima koji izlaze iz zajedničke točke u kojem je vektor Y određen na način da mu se vrijednost mijenja što je dalji površini u kojoj je vrijednost za svjetlinu jednaka nuli. Kromatičnost boje određena je X i Y vektorima. Sve boje definirane ovim modelom imaju pozitivne vrijednosti, ali takvim prikazom prostora boja nisu prikazane sve boje vidljivog dijela spektra jer se one nalaze izvan RGB trokuta. Zbog toga osnovni prostor u trokutu proširen je krivuljom u kojoj se nalaze sve boje spektra. Računanjem trisimultanih vrijednosti na ovaj način negativne vrijednosti koje postaju pozitivne dobivaju karakteristike komparativne boje koje nadopunjavaju dio spektra koji nedostaje i takav prostor boja naziva se CIE Yxy prostor boja.



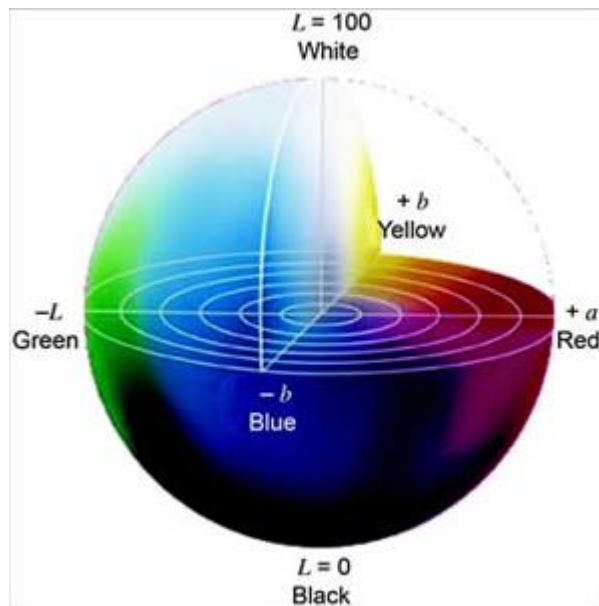
Slika 5. CIE kromatični dijagram

(izvor slike: <http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/formcor.html>)

1976. godine CIE je definirala transformaciju trisimultanih vrijednosti  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  u jedinstveni trodimenzionalni prostor boja poznatiji još kao CIE  $L^*u^*v^*$  i CIE  $L^*a^*b^*$  prostor boja.

### 2.7.1. CIE $L^*a^*b^*$ prostor boja

CIE  $L^*a^*b^*$  je prostor boja koji se u grafičkoj tehnologiji koristi prilikom definiranja boja tokom tiska. Ovim sustavom također se definira tolerancija između originala te reprodukcije. CIE  $L^*a^*b^*$  prikazan je na slici 6. Sustav je neovisan o uređaju i bazira se na zasićenju te ton koji je ovisan o osvjetljenju i percepciji promatrača. Osnova dorađenog modela je trodimenzionalni sustav koji se sastoji od akromatske komponente  $L^*$  (*Luminance*) te dvije kromatske osi. Os  $a^*$  predstavlja crveno – zelene tonove, dok os  $b^*$  predstavlja plavo – žute tonove. Vrijednosti za os koja predstavlja svjetlinu za vrijednost 1 ima crnu, a za vrijednost ima bijelu.



Slika 6. CIE L\*a\*b\* sustav

(izvor slike: <https://www.colorcodehex.com/color-model.html>)

Taj prostor boja određen je koordinatama koje su pravokutne, a mogu se izraziti kao:

$$L^* = 116 \left( \frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500 \left[ \left( \frac{X}{X_n} \right)^{1/3} - \left( \frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} \right]$$

$$b^* = 200 \left[ \left( \frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - \left( \frac{Z}{Z_n} \right)^{1/3} \right]$$

Gdje su ograničenja  $X/X_n$ ,  $Y/Y_n$  i  $Z/Z_n > 0,01$ . Za vrijednosti manje od 0,01 izraz se modificira u:

$$L^*_m = 903 \left( \frac{Y}{Y_n} \right)$$

$$a^*_m = 500 \left[ f \left( \frac{X}{X_n} \right)^{1/3} - f \left( \frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} \right]$$

$$b^*_m = 200 \left[ f \left( \frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - f \left( \frac{Z}{Z_n} \right)^{1/3} \right]$$

Za:

$$f\left(\frac{X}{X_n}\right) = 7,787\left(\frac{X}{X_n}\right) + \frac{16}{116} \quad \frac{X}{X_n} \leq 0,008856$$

$$f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) = 7,787\left(\frac{Y}{Y_n}\right) + \frac{16}{116} \quad \frac{Y}{Y_n} \leq 0,008856$$

$$f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) = 7,787\left(\frac{Z}{Z_n}\right) + \frac{16}{116} \quad \frac{Z}{Z_n} \leq 0,008856$$

$X_n, Y_n$  i  $Z_n >$  odnose se na stimulus bijelog objekta koji je određen energijom zračenja standardne rasvjete npr.  $D_{65}$  ili A reflektirane s bijele površine. Pod ovakvim uvjetima,  $X_n, Y_n$  i  $Z_n$  su tristimulusne vrijednosti sa  $Y_n = 100$ .

Vrijednosti iz prve jednadžbe dobivene su zaokruživanjem jednadžbe:

$$L^* = \frac{L}{0,9112} 117,16 \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} - 17,16$$

$$a^* = \frac{a}{0,9112} 509,393 \left[ \left(\frac{X}{X_n}\right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} \right]$$

$$b^* = \frac{b}{0,9112} 203,753 \left[ \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{1/3} \right]$$

na cijele brojeve, a koja je nastala dijeljenjem *Adams- Nickersonove* jednadžbe:

$$L^* = 106,76 \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} - 15,64$$

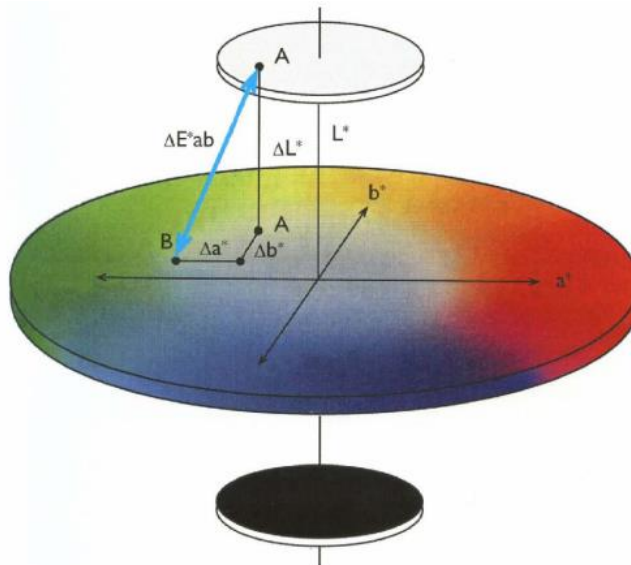
$$a^* = 464 \left[ \left(\frac{X}{X_n}\right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} \right]$$

$$b^* = 185 \left[ \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{1/3} \right]$$

s 0,9112 kako bi  $L^*$  bila 100 kada je  $Y=Y_n$ .

Iz spomenutih odnosa, razlika boja između dva stimulusa označava se oznakom  $\Delta E^*_{ab}$  koja se izračunava:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad [1]$$

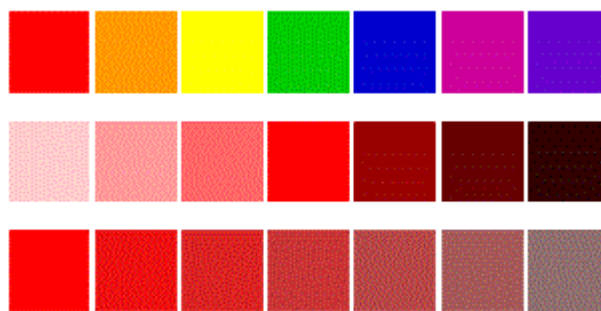


Slika 7. Razlika između dvije boje u CIE  $L^*a^*b^*$  prostoru boja

(izvor slike: [http://repro.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/OSNOVE%20%20BOJI.pdf](http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/OSNOVE%20%20BOJI.pdf))

## 2.8. Fizički i psihološki efekt boja

Kada se boje opisuju i opažaju riječ je o fizičkom i psihološkom efektu. Fizička svojstva boja mogu se odrediti pomoću mjerljivih kolorimetrijskih metoda i iz tog razloga su takve vrijednosti objektivne. Psihološki efekti mogu biti samo procijenjeni budući da doživljaj boje ovisi o stajalištu promatrača i zato su vrlo subjektivne i često povezane s osjećajima promatrača. Atributi koji uže opisuju svaku boju su ton, zasićenost i svjetlina. Ton i zasićenost definiraju kromatičnost boje, a ona nije ovisna o svjetlini. Ton boje (*Hue*) je kvaliteta boje određena valnom dužinom zraka svjetlosti koje u ljudskom oku izazivaju osjet boje. Drugim riječima to je kvalitetno svojstvo kojim se neka šarena zraka razlikuje od sive boje. Zasićenje (*Saturation*) je udio čiste boje sadržane u ukupnom doživljaju boje. Stupanj zasićenosti govori o odsutnosti bijele boje u nekoj šarenoj boji. Mali stupanj zasićenosti kaže da je boja bjelja. Svjetlina (*Lightness*) je obilježje vizualnog osjeta boje koje opisuje sličnost boje s nizom akromatskih boja od bijele preko sive do crne. Jednostavnije rečeno svjetlina je udio crne u nekom tonu boje [2].



Slika 8. Prikaz tona boje, svjetline boje, zasićenosti boje  
(izvor slike: <http://hiteshpuri.blogspot.hr/2009/01/elements-of-design.html>)

## 2.9. Psihološko značenje boja

Svaka boja kod različitih ljudi izaziva različite osjećaje i povezanost boje očituje se da li se neka boja voli ili ne voli. Moderna istraživanja pokušavaju istražiti povezanost ljudi i boja, što je pokazalo da postoji veza između karaktera ljudi i osjećaja boja.

Crvena je topla, optimistična i vesela boja koja se često povezuje sa životom zbog boje krvi. Simbol je topline, ljubavi i vatre. Vrlo je intenzivna i upečatljiva pa se upotrebljava kod prometnih znakova i raznih upozorenja. Crvena je emocionalno intenzivna boja i kao takva pojačava ritam disanja, krvni i tlak i metabolizam. Smatra se da izaziva glad pa se često upotrebljava kod restorana brze prehrane, pekara i slično. Crvena boja često se koristi i za pojačavanje erotskih doživljaja i potiče senzualnost. Ljudi koji preferiraju crvenu boju impulzivni su, dominantni, egocentrični i puni samopouzdanja. Nervoznim osobama nije preporučljiva nervoznim ljudima jer lako iscrpljuje.

Plavu boju smatramo bojom neba i mora. Za razliku od crvene plava boja se veže za intelekt i svijest. Povezuje se s mirnoćom, dubinom i staloženošću. Plava boja je muževna i široko prihvaćena kod muškog roda. Plava boja je najdublja od svih boja, te se u prirodi obično prikazuje kao da je nastala od praznine, zraka, vode, kristala ili dijamanta. Iz tog razloga ona djeluje jako čisto, snažno i hladno. Plava boja se koristi kod reklamiranja proizvoda za čistoću koji promiču svježinu i pročišćavanje. Također se koristi i za reklamiranje tehničkih proizvoda jer naglašava preciznost. Plava boja povezuje se s konzervativnim osobama koje

teže duševnom miru i jednostavnom životu. Kod ljudi koji ne vole plavu boju najčešće imaju osjećaj krivnje ili ljutnje na tuđi uspjeh. Ne voljenje plave boje može označavati nesreću ili čak aktivnu nervozu.

Žuta boja smatra se sretnom i sunčanom bojom, ali je ljudi rijetko karakteriziraju kao lijepu boju. Vrlo je upečatljiva i ima najveću refleksiju od svih boja pa se kao takva prva primjećuje. Žuta boja je zasićena, intenzivna i prodorna. Žuta je topla i najsajnija boja, te stvara topli efekt i potiče veselje. Često je karakterizirana kao dječja boje jer je nestabilna i spontana pa se iz tog razloga koristi za reklamu proizvoda za djecu. Na muškarce žuta boja djeluje opuštajuće pa se ne preporučuje za reklamiranje muških proizvoda. Osobe koje vole žutu boju su društvene, optimistične, živahnog i avanturističkog duha.

Zelena boja je boja prirode i zbog toga je vrlo pozitivna. Simbolizira svježinu, plodnost, rast i harmoniju. Povezana je sa stabilnošću i izdržljivošću. Najviše se upotrebljava za reklamiranje lijekova i ostalih medicinskih proizvoda jer daje osjećaj sigurnosti. Također se koristi za reklamiranje prirodnih i organskih proizvoda. Tamnozeleno povezuje se s novcem i financijama. Zelena boja često je omiljena među ljudima. Takvi ljudi smatraju se socijalnima te se lako prilagođavaju okolini. Omiljena je boja dobronamjernih i veselih osoba čije su vrline upornost i marljivost.

Bijela boja je vrlo pozitivna. Simbolizira čistoću, svjetlo, nevinost, mir, zaštitu. Označava sve i ništa u isto vrijeme. U reklamama predstavlja hladnoću jer ju uspoređujemo sa snijegom. Bijela boja se koristi kada se želi naglasiti jednostavnost. Adekvatna je za dobrotvorne organizacije jer simbolizira sterilnost, doktore, bolnice i anđele. Bijela boja je najprodavanija gledajući ukupno kroz različite proizvode. Tehnička roba sve češće je u bijeloj boji jer pridonosi ljudskoj osjetljivosti za higijenu. Ljudi koji vole bijelu boju vrlo su pedantni i precizni, ali drugi ih često znaju doživljavati kao dosadne i jednolične.

Siva boja nalazi se između bijele i crne, te se povezuje sa cementom, betonom, strojevima i gradskim okruženjem. Siva je boja pepela i magle kao takva često izaziva osjećaj tuge i tjeskobe. Sivu boju preferiraju zatvorene osobe koje se svjesno štite od vanjskih utjecaja. Oni su vrlo oprezni i racionalni.

Narančasta nastaje miješanjem crvene i žute i uglavnom asocira na vatru. Povezuje se sa ljetnim zalascima sunca, ali i opadanjem lišća u jesen. Ona predstavlja sreću, kreativnost, privlačnost, odlučnost i uspjeh. Iako potiče osjećaj topline nije agresivna kao crvena. Narančasta ima veliku vidljivost te se koristi za znakove upozorenja u cestovnom prometu. Ukazuje na upornost i volju, omiljena je boja druželjubivih i osjećajnih osoba. Ljudi koji vole narančastu boju dobri su govornici i prijateljski raspoloženi.

Ljubičasta boja povezana je sa mudrošću, kreativnošću, magijom. U prirodi je vrlo rijetka i može se povezati sa određenim cvijećem kao što su ljubičice. Povezuje se senzualnošću i dekadencijom. Često je omiljena boja maštovitih i kreativnih ljudi koji imaju osjećaj za estetiku. Ljudi koji vole ljubičastu boju su elegantni, senzitivni i imaju dobar ukus u raznim stvarima. Ljudi koji ne volje ljubičastu boju često su puni taštine.

Crna boja je čista suprotnost bijeloj, ali obje imaju jednaku apsolutnu vrijednost. Crna boja je misteriozna i veže se uz strah od nepoznatog te obično ima negativno značenje. Povezuje se sa smrću i mrakom. U sebi sadrži snagu i autoritet, a crna odjeća smatra se formalnom i elegantnom. Crna boja povezana je sa visoko tehnološkim tržištem. Ljudi koji vole crno ne vole reći koliko su stari, takvi ljudi vole misterioznost, dok ljudi koji ekstremno preferiraju crnu i koja ih fascinira često trebaju psihijatrijsku pomoć.

Roza boja najčešće omiljena boja djevojčica, ali i žena starije dobi. Primijećeno je da su ljudi koji vole boju neradnici i diletanti koji žive svoj „poseban“ život. Roza boja predstavlja mladost i zato ne ostavlja jaki dojam i ona se voli ili ne voli.

## **2.10. Boje u marketingu**

Današnje moderno društvo razvilo se u vrlo vizualno društvo gdje je vid postao dominantno osjetilo. Današnje vrijeme prepuno je raznih oglasa koji su prepuni raznih boja i tako stimuliraju osjet vida. Vid ima najveću moć na percepciju potrošača jer upravo je boja često glavni razlog hoće li se nešto kupiti ili se neće kupiti. Takvo ponašanje ponajviše je istaknuto kod žena koje imaju omiljenu boju



i ponekad je sve kupljeno u toj boji. Roditelji često malu djecu oblače u svoje omiljene boje, odnosno, kod malih beba vrlo lako možemo raspoznati muško i žensko dijete upravo po odjeći.

Dizajneri često moraju intervenirati i pripomoći klijentu pri odabiru boja. Dio dizajnerskog posla svakako je podučavanje i razumijevanje onoga što bi potencijalnom klijentu moglo biti lijepo. Dakako, prilikom dizajniranja, dizajner ponekad mora isključiti svoje osobne stavove o nekoj boji. U grafičkom dizajnu, kao na primjer i u modnom dizajnu, trendovi o boji često se mijenjaju. Takvi trendovi se onda često prate bez obzira na njezin izgled <sup>[1]</sup>.

Pomoću boje lako se ostvaruje marketinška komunikacija, te daje dodatnu vrijednost poruci poduzeća. Svrha boje je izazvati pažnju i pozornost, te nakon toga što duže zadržavanje u sjećanju čovjeka.

Na voljenje ili ne voljenje boja često utječe i geografski položaj. Tako je kod Nijemaca i Austrijanaca primijećeno da preferiraju šumsko zelenu boju, dok Škoti preferiraju prigušeno zelenu boju. Prihvatanje boje dakako ovisi i o mnogim drugim parametrima. Često neku boju volimo jer smo tako naučeni ili nam je to nametnuto.

## **2.11. Višebojni tisak**

Sami početak razvoja tiskarstva podrazumijevao je otiskivanje jednotonskih otisaka. Kako se razvojem društva sve više pojavljivala potreba za bržim prijenosom informacija, tako je rasla i potreba za što kvalitetnijim načinom reprodukcije. To je dodatno došlo do izražaja razvojem fotografije. 1881. godine Nijemac Georg Meisenbach izumio je način višetonske reprodukcije koja se primjenjuje i danas. Glavni problem bio je nanašanje jednakog sloja boje što je on riješio korištenjem finih mrežica kroz koje je propuštao svjetlost na staklo. Niti su bile postavljene pod kutom od 90 stupnjeva i ispravnim fokusiranjem dobila se slika iza rastera koja se sastojala od niza točkica promjenjive veličine s konstantnim razmakom. Procesom rastriranja različite polutonske vrijednosti reproduciraju se kao tiskovni i slobodni elementi. Pomoću kamera snimali su se višetonski negativni, a iz njih uz

pomoć kontaktnog rastera rasterski dioni dijapozitivi koji su služili za izradu tiskovnih formi. Takav princip rastriranja koristio se do razvoja digitalnog rastriranja koje su omogućili rotacioni skeneri. U današnje vrijeme rastiranje predložaka u potpunosti je digitalizirano. Osnovni princip i dalje je isti samo što je omogućena promjena veličine rasterskog elementa te promjena razmaka među elementima [3].

U novije vrijeme razvija se tehnologija CtP (*Computer to Plate*). To je tehnologija pomoću koje je ispis tiskovne forme potpuno automatiziran. Slika se s računala prenosi direktno na tiskovnu formu putem osvjetljavanja i na taj način se zaobišao dio proizvodnje u kojem je često dolazilo do transformacije tonskih vrijednosti. Razvoj tehnologije na koncu je omogućio direktno otiskivanje s računala na tiskovnu podlogu pomoću tehnologije CtP (*Computer to Print*).

## **2.12. Vrste rastriranja**

Rastrirajući višetonski original vrijednosti tonaliteta transformiraju se u tiskovne i slobodne elemente. Teoretski rasterski element je pravilnog oblika. Kod okruglog rasterskog elementa intenzitet reflektiranog svjetla definiran je veličinom i pokrivenosti elementa. Percepcija različitih tonova u ljudskom oku ovisi o nizu različitih faktora. U grafičkoj industriji pokrivenost i oblik rasterskog elementa ovisi o nizu faktora. Na završnu reprodukciju utječu i faze prilikom nastajanja rasterskog elementa kao što su izrada predložka za tisak ili izrada tiskovne forme.

Intenzitet doživljaja tonaliteta povezan je s interakcijom podloge s rasterom, te interakcije bojila s rasterom. Iz tog razloga javlja se potreba za više različitih vrsta rastriranja. Uloga rastriranja je povećati kvalitetu reprodukcije. Rasteri se mogu podijeliti na dvije osnovne skupine a to su amplitudno modulirani raster i frekventno modulirani raster. Postoje još i određene podskupine rastera koje su zapravo hibrid različitih rastera.

### **2.12.1. Amplitudno modulirani raster**

Kod ovakve vrste rastera doživljaj različitog tonaliteta omogućen je promjenom veličine rasterskog elementa dok je razmak između elemenata konstantan. Konstanta razmaka između elemenata neovisna je o obliku elementa. Upotreba AM rastera omogućuje vrlo kvalitetanu reprodukciju skoro cijelog raspona rasterton-skih vrijednosti. Glavni nedostatak AM rastera očituje se pri otiskivanju sitnijih detalja pri čemu ne ostvaruje potrebnu kvalitetu. Razlog smanjenje mogućnosti otiskivanja finijih detalja upravo je veličina rasterskog elementa koji variraju ovisno o pokrivenosti površine.

Kako bi se dobio kvalitetan otisak kod AM rastriranja potrebno je definirati točne kutove položaja rastera koji su potrebni radi izbjegavanja interferencije rasterskih elemenata što u oku izaziva pojavu *moarea*. Crna boja stavlja se pod kut od 45 stupnjeva budući da je ona najkontrastnija, a ljudsko oko najslabije razaznaje detalje pod tim kutom. Cijan i magenta stavljaju se tako da budu 30 stupnjeva u odnosu na crnu. Žuta boja se stavlja pod kut od 0 stupnjeva budući da je najmanje kontrastna.

### **2.12.2. Frekventno modulirani raster**

Kod frekventno moduliranog rastera osjećaj za tonalitet nastaje zbog različitih udaljenosti između rasterskih elemenata dok veličina elementa ostaje konstantna. Finoća rastera definirana je veličinom rasterskog elementa.

Korištenjem FM rastera moguće je vrlo kvalitetno reproducirati sitne detalje. FM raster rijetko se koristi kod reproduciranja motiva jednoličnih površina jer se na otisku mogu pojaviti „brazde“ koje u stvarnosti ne postoje nego optička varka nastala zbog tromosti oka. Korištenjem FM rastera također se pojavljuje prirast RTV koja je većinom slučaja uvijek veća kod rastera s manjim rasterton-skim elementom.

### **2.13. Deformacija rasterskih elemenata**

Kvalitetna reprodukcija u najvećoj mjeri ovisi o deformaciji rasterskih elemenata. Kako bi se postigla što bolja i kvalitetnija reprodukcija, može se reći da je za to potreban kvalitetno ustanovljen problem i kvalitetno postavljen sustav. Kvalitetno izveden sustav omogućava ponovljivost procesa i povećanje kvalitete u cijelosti. Rasterski element definiran je tako da pokriva određeni dio neke površine. Kvaliteta otiska i raspon integralne gustoće obojenja ovisi o nizu uvjeta koji utječu na veličinu rasterskog elementa prilikom procesa otiskivanja.

Faktori koji utječu na deformaciju rasterskog elementa mogu ga povećati (pozitivna deformacija) ili smanjiti (negativna deformacija) u odnosu na površinu. U većini slučajeva javlja se pozitivna deformacija rasterskih elemenata. Kod okruglog elementa nastalu deformaciju moguće je utvrditi razlikom radijusa između teoretske i stvarne veličine elementa. Ako je stvarna veličina rasterskog elementa veća od teoretske veličine tada nastaje pozitivna deformacija, a u obrnutom slučaju nastaje negativna deformacija. Ako su rasterski elementi kvadrati ili elipse tada se deformacija može ustanoviti preko stvarne i teoretske razlike duže dijagonale. Ako su rasterski elementi linije tada se deformacija može ustanoviti preko razlike stvarne i teoretske debljine linije. Deformacija rasterskih elemenata dijeli se na geometrijsku deformaciju i na optičku deformaciju.

Deformacija rasterskih elemenata prisutna je neovisno o vrsti rastriranja pa je iz tog razloga neizbježna pojava u procesu tiska koja uvelike utječe na kvalitetu otiska. Iz tog razloga cilj svake reprodukcije je izbjeći takve deformacije koliko je to moguće, a preduvjet za to je kvalitetno određivanje i kvantificiranje nastalih informacija, te isto tako razumijevanje i poznavanje pripreme i obrade dokumenata za tisak <sup>[3]</sup>.

### **2.14. Osnovna načela uređivanja slika**

Prilikom obrade slika u grafičkoj industriji potrebno je obratiti pažnju na niz faktora kako bi u konačnici reprodukcija bila što kvalitetnija. To znači kako prilikom obrade fotografija treba unaprijed odrediti sve probleme koji se mogu dogoditi te ih

uspješno i adekvatno riješiti. Kada se obrađuje slika potrebno je uzeti u obzir određene parametre, a neki od njih su:

- kvaliteta ulazne slike
- da li je sliku potrebno povećavati
- kojom tehnikom tiska će se otiskivati
- mogućnosti tiskare u smislu kvalitetne tehničke izvedbe
- koristi li se klasičan ili Hi – Fi tisak
- zahtjevi za kvalitetom slike
- hoće se li se slika reproducirati u još nekoj tehnici tiska

Potrebno je naglasiti da je problem što se zbog prijenosa s uređaj na uređaj informacije o boji transformiraju po određenim zakonitostima. Takve transformacije često rezultiraju reprodukcijom koje imaju manji ili veći raspon tonaliteta nego što to ima original.

Prva transformacija slike događa se već prilikom fotografiranja u fotoaparatu koji sliku zapisuje digitalno preko CCD ili CMOS senzora ili analogno na fotoosjetljivi film. Bilo koji sustav da se koristi on ne može potpuno identično prenijeti informacije o boji iz okoline. Nakon snimanja fotografija se prebacuje na računalo gdje opet dolazi do transformacija informacija o boji jer prostor boja na računalu može biti različit od prostora snimljene fotografije. Fotografije je potrebno obrađivati na kalibriranom monitoru. Sliku je potrebno pretvoriti u CMYK sustav i obraditi, te zatim pretvoriti u zatvoreni PDF dokument. Takav zatvoreni PDF dokument šalje se na RIP uređaj koji radi rastriranje gdje se prilikom rastriranja također gube određene informacije jer se rastriranjem može postići samo određeni broj i veličina rasterskih elemenata. Kod digitalnih tehnika tiska, prilikom otiskivanja također se gubi dio informacija zbog specifičnosti prijenosa boje na papir ili zbog podloge na koju se otiskuje <sup>[4]</sup>.

Obavezne stavke koje se moraju obraditi prije otiskivanja fotografija su podešavanje rezolucije slike, prebacivanje u CMYK prostor boja, korekcija kontrasta i tonova, korekcija boja te izoštravanje slike.

Osim navedenih mogućnosti, slike se mogu obrađivati i drugim alatima na računalnim programima s kojima se kvaliteta slike može dodatno poboljšati, što ovisi o znanju i sposobnostima osobe koja slike obrađuje.

#### **2.14.1. Rezolucija slike**

Svaka fotografija se sastoji od niza elementarnih dijelova koji se nazivaju pikseli. Rezolucija slike dana je brojem piksela po jediničnoj dužini. U praksi se rezolucija definira kao vrijednost u dpi (*dots per inch*) gdje je jedinična dužina anglosaksonska mjera *inch* koja iznosi 2,54 cm, dok se piksel naziva *dot*. Za većinu tiskarskih tehnika rezolucija mora biti 300 dpi. Rezolucija također mora biti 2 do najmanje 1,5 puta veća nego li je linijatura AM rastera. Kod FM i hibridnog rastera može biti manja, ali svakako nije preporučljivo. Veća rezolucija povećava veličinu zapisa i osim toga nema neki bitniji utjecaj na kvalitetu. Kod nekih tehnika tiska ili ako se tiska na nekvalitetnim tiskovnim podlogama, rezolucija ne mora biti 300 dpi, nego može biti i 260. Standardna rezolucija za prikaz slike na monitoru je 72 dpi <sup>[4]</sup>.

#### **2.14.2. CMYK prostor boja**

Slike je potrebno pretvoriti u CMYK prostor boja kako bi se boje mogle pravilno otisnuti. Također ih je potrebno prethodno i obraditi. Slike se prije prebacuju u CMYK prostor boja prije obrade fotografija, dok je prebacivanje u CMYK prostor boja nakon obrade fotografija dopušteno samo ako je u sustavu pravilno podešen *color management*. Ako se slike otisnu iz RGB prostora boja doći će do velikih nepravilnosti u prikazu boja. Prostor boja mora biti jednak u svim programima prilikom prebacivanja u CMYK prostor boja <sup>[4]</sup>.

#### **2.14.3. Korekcija tonova i kontrasta**

Korekcije tonova i kontrasta rade se kada nije poznato koliki je prirast RTV u tisku i jesu li vrijednosti obojenja standardizirane. Prirast RTV je pojava u tisku koju ljudsko oko primjećuje kao tamniju sliku. Problem prirasta RTV može se riješiti tako da tiskara ima uvijek ujednačen prirast RTV te da je prirast RTV i vrijednosti obojenja standardizirane <sup>[4]</sup>.

Tokom tiska bitno je stalno kontrolirati prirast s obzirom da rijetko koja tiskara ima kalibriran prirast RTV, a budući da je prirast u tisku uglavnom pozitivan slike često izgledaju mnogo tamnije. Prilikom obrade fotografije je poželjno posvijetliti, a pogotovo ako se one pripremaju za tisak na nekvalitetnije podloge ili za tehnike tiska koje nisu u mogućnosti reproducirati kvalitetniju reprodukciju.

#### **2.14.4. Korekcija boja**

Korekcija boja radi se ponajviše kod pripreme za ofsetni tisak. Budući da se u ofsetu koriste tekuće boje koje su upojne i još ako se koriste nekvalitetniji i slabo upojni papiri, boja gubi intenzitet. Iz tog razloga prilikom pripreme potrebno ih je pojačati. Kod elektrofotografije toner se zadržava na površini tiskovnog materijala, tj. zapeče se, stoga kod ove tehnike korekcija boja skoro da i nije potrebna. Kod ostalih tehnika korekcija boje radi se ovisno o tiskovnoj podlozi, ali i o kvaliteti boje. Prilikom pojačavanja neke boje potrebno je paziti da ne postoji neka boja koja će slici izmijeniti ton. Ako takva boja postoji potrebno ju je ukloniti, odnosno, napraviti korekciju bijelog balansa <sup>[4]</sup>.

#### **2.14.5. Izoštavanje slike**

Problem kod oštine slike je taj što doživljaj kvalitete na monitoru nije isti kao na otisku. Razlog je izvor svjetlosti na monitoru koji nije reflektirajući kao prilikom gledanja otiska. Pozadinsko osvjetljenje na monitoru ima puno veći intenzitet od pozadinskog osvjetljenja <sup>[4]</sup>.

Zbog intenziteta pozadinskog osvjetljenja na monitoru, sliku gledanu na monitoru doživljavamo puno oštrije nego na tiskovnoj podlozi. Iz tog razloga oštrinu je potrebno umjetno povećati. Oštrina se manipulira do one granice do kad ne šteti drugim karakteristikama na slici. Na to posebno treba paziti kod fotografija slabije rezolucije.

### **2.15. Izrada PDF dokumenta**

Nakon obrade fotografije, ona se zajedno s tekstom, ako postoji, unosi u program za prijelom. Na današnjem tržištu najpoznatiji program za izradu zatvorenog tipa

dokumenta je PDF (*Portable Document Format*). PDF dokument moguće je vidjeti nakon izrade, a ima prednost u kodiranju nezavisnih uređaja moguće je definirati parametre za višebojnu konverziju. Također se mogu implementirati ICC profile iz nezavisnog prostora boja <sup>[4]</sup>.

Izrada PDF dokumenta prilično je jednostavna, ali je potrebno znati koje je parametre potrebno poštovati prilikom njegove izrade.

Za kvalitetan otisak fotografije potrebno je pod opcijom *Image quality* definirati rezoluciju na 300 dpi za višebojne slike, 300 dpi za višetonske jednotonske te 1200 dpi za jednobojne jednotonske.

*Bicubic Downsampling To* je metoda kompresije gdje se izračunava prosjek piksela. Ova vrsta kompresije je najsporija, ali su slike vrlo ujednačene s blagom gradacijom. Ova vrsta kompresije pogodna je za izradu PDF-a za tisak.

Zip kompresija je dobra za velike površine boja s ponavljajućim uzorcima te za crno bijele slike.

JPEG kompresija pogodna je za kolorne i jednobojne slike, ali se kvaliteta smanjuje kao i veličina zapisa.

*Leave color unchanged* opcija mora biti uključena kako ne bi došlo do pomaka boje prilikom izrade PDF-a.

*Preserve CMYK values for calibrated CMYK color spaces* je opcija koja mora biti uključena kako ne bi došlo do transformacije boje prilikom pretvorbe u PDF kod slika koje su obrađene u kalibriranom i definiranom prostoru.

## **2.16. Princip rada Ink jet pisača**

Inkjet je najraširenija tehnika digitalnog tiska i teoretski gledano prilično jednostavna metoda otiskivanja. Ova vrsta digitalnog tiska ne zahtjeva latentnu tiskovnu formu jer se prilikom otiskivanja pomiče jedna ispisna glava koja formira i ispušta kapljice bojila direktno na tiskovnu podlogu. Glava koja ispisuje informacije primi-



jenit će boju iz spremnika i prenijeti ju na papir. U praksi Inkjet tehnologija je zapravo vrlo komplicirana jer konstrukcija stroja zahtjeva mnogo sitnih dijelova. Današnji DTP (*Desktop To Publishing*) imaju glave koje sadrže od 300 do 600 sitnih mlaznica gdje svaka mlaznica ima promjer od 70 mikrona <sup>[5]</sup>.

Kapljice koje izlaze iz mlaznice apliciraju se direktno na tiskovnu podlogu. Otiskivanje se vrši tako da ispisna glava pisača prelazi preko tiskovne podloge u modu skeniranja, odnosno, lijevo desno dok se tiskovna podloga kreće prema naprijed. Nakon završenog otiskivanja podloga se izbacuje na izlagaću ladicu, a u stroj se ulaže novi arak papira. Kako bi se postigla što veća brzina pisača ispisna glava u isto vrijeme ispisuje nekoliko redova piksela, a ne samo jedan.

Izvedba Inkjet pisača može se okarakterizirati brzinom i rezolucijom ispisa. Brzina otiskivanja ovisi o frekvenciji kapanja te intervalu između dvije uzastopno formirane kapljice. Običnom Inkjet pisaču potrebno je oko pola sekunde da ispiše jednu liniju na tiskovnoj podlozi. Brzina pisača može se dodatno povećati dodavanjem broja ispisnih glava ili mlaznica. Rezolucija otiskivanja ovisi o formiranom volumenu kapljice. Manji volumen kapljice označava bolju rezoluciju. Volumen mlaznice proporcionalan je promjeru mlaznice te je određen još i dužinom trajanja impulsa. Na krajnji rezultat otiskivanja dakako veliki utjecaj ima i kvaliteta tiskovne podloge. Do različitog raspršivanja te nekontroliranog razlijevanja doći se ovisno o interakciji između bojila i podloge <sup>[5]</sup>.

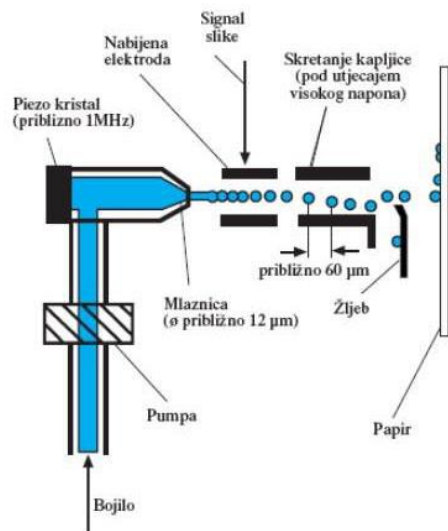
Ovisno o principima prijenosa bojila pomoću mlaznica na tiskovnu podlogu, Inkjet tehnologija se dijeli na dvije osnovne skupine, a to su Inkjet s kontinuiranim mlazom bojila prema podlozi te Inkjet s diskontinuiranim mlazom bojila na podlogu.

## **2.17. Kontinuirani Inkjet**

Kao što mu i sami naziv govori, kontinuirani Inkjet prilikom otiskivanja konstantno izbacuje kapljice bojila iz glave pisača. Princip rada temelji se na jednoj glavi koja se pomiče po tiskovnoj podlozi koja je omotana oko rotirajućeg bubnja. Kontinuirani Inkjet baziran je na tehnologiji koja omogućuje stvaranje visokofrekventnog kapljičnog mlaza. Bojilo pomoću pumpe dolazi iz rezervara u jednu ili više manjih

mlaznica koje konstantno izbacuju bojilo pri frekvenciji od 50 kHz do 1 MHz i to uz pomoć vibrirajućeg piezoelektričnog kristala. Veličina kapljice ovisi o veličini promjera mlaznice, viskoznosti boje, površinskoj naptosti te frekvenciji pobude. Kapljice prolaze kroz niz elektroda koje nabijaju svaku kapljicu sukladno signalu slike generirane u računalu. Kapljice nakon toga prolaze kroz skretnicu koja uz pomoć elektrostatskog polja otklanja one kapljice koje trebaju doći na tiskovnu podlogu dok ostale vraća u žlijeb [5].

Postoje jednobitni i višebitni način kontinuiranog Inkjet otiskivanja. Kod jednobitnog razlikujemo nabijene i ne nabijene kapi. Nabijene kape završavaju na tiskovnoj podlozi. Kod višebitnog Inkjet otiskivanja kapljice je moguće nabiti različitim nabojem. Kod višebitnog načina mlaz boje se može reproducirati u šesnaest različitim pozicija, čime se u jednom prolasku može postignut otiskivanje linije debljine do 10 mm. S višebitnim kontinuiranim Inkjet-om kapljice koje se nabijaju također odlaze na tiskovnu podlogu [5].

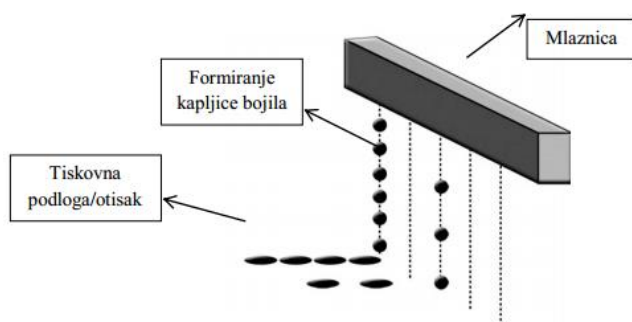


Slika 9. Princip rada kontinuiranog Inkjet pisača  
(Kipphan, H., (2001.), *The handbook of print media*, Springer)

## 2.18. Otiskivanje na zahtjev

Ova vrsta Inkjet tehnologije generira kapljice tek onda kada su potrebne. Inkjet tehnologija poput ove koristi veliki broj mlaznica i one ispuštaju točno onoliko kapljica koliko je potrebno. U mikro komorama su smješteni elektronički elementi koji su direktno spojeni s računalom za generiranje slike što je uvjet za formiranje kapljice. Kapljice boje apliciraju se samo na određena područja tiskovne podloge u točno određenom trenutku. Tekuće bojilo se najčešće izbacuje piezo ili termalnom tehnologijom ispisivanja. Ova vrsta Inkjet tehnologije je visoko rezolucijska tehnologija jer može otisnuti i do 1200 dpi.

Tri glavne podskupine ove tehnologije su termalni, piezo i elektrostatički sustav.

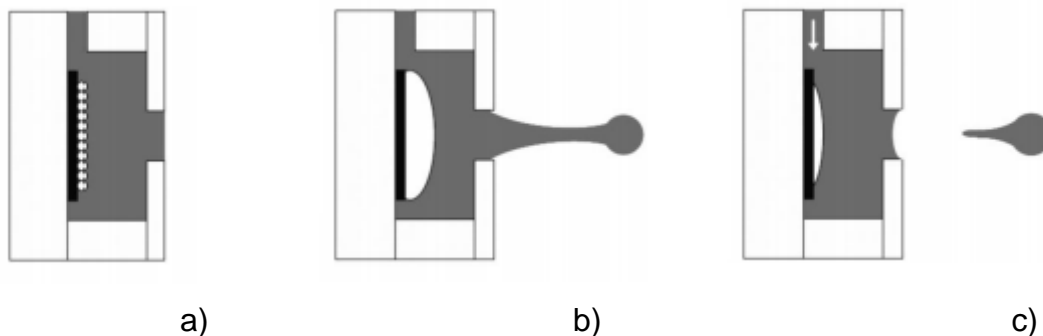


Slika 10. Princip rada Inkjet tehnologije „kapanje na zahtjev“

(Magdassi, S. (2010.), *The chemistry of Inkjet inks*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., UK)

### 2.18.1. Termalni Inkjet

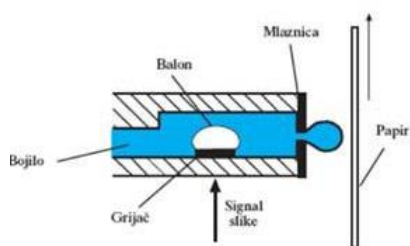
Termalni Inkjet temelji se na zagrijavanju tekućeg bojila u kapilarnim sapnicama do te mjere da tekuće bojilo prelazi u plinovito stanje. Nakon što je zagrijano bojilo prešlo u plinovito stanje, određena količina bojila izbacuje se iz mlaznice. Drugim riječima, kapljice nastaju prilikom djelovanja kratkog i preciznog pulsiranja toplinske energije (temperatura do 350 °C). Toplina se stvara tek kada električni signal aktivira grijač koji će uzrokovati isparavanje boje te formiranje plinskog mjehura. Rezultat ovakve vrste procesa je stvaranje mjehurića vodene pare. Mjehurić nestaje kada zagrijavanje prestane, a kapljica se odvaja te kapilarna sila usisava svježe bojilo u komoru s mlaznicom.



Slika 11. Formiranje kapljice tehnologijom termalnog Inkjet-a

(<http://nanolithography.spiedigitallibrary.org/article.aspx?articleid=1098459>)

- a) Zagrijavanje grijača na temperaturu do 350 °C
- b) Isparavanje bojila, formiranje mjehura i kapljice bojila, istiskivanje bojila iz mlaznice
- c) Prestanak zagrijavanja komore, odvajanje kapljica bojila, kapilarna sila u-sisava novo bojilo u mlaznicu



Slika 12. Osnovni princip termalnog Inkjet-a

(Kipphan, H., (2001.), *The handbook of print media*, Springer)

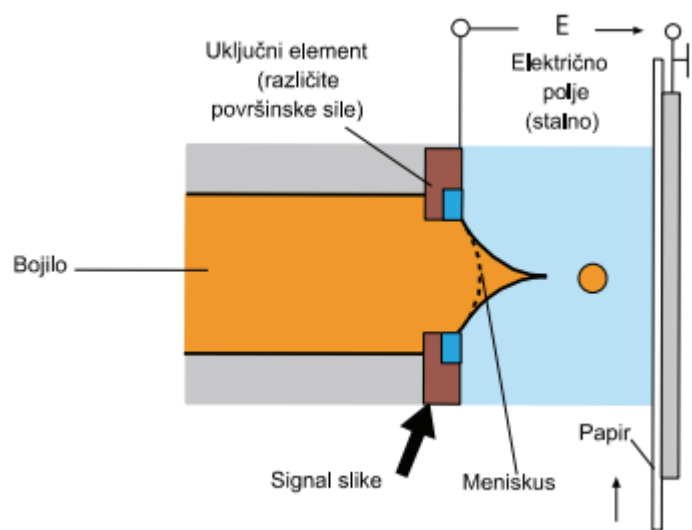
### 2.18.2. Elektrostatski Inkjet

Elektrostatski Inkjet ima tri različite varijante: elektrostatski Inkjet temeljen na Taylorovom efektu, elektrostatski Inkjet s kontroliranim prstenastim grijačem i mist elektrostatski Inkjet. Navedene konstrukcije razlikuju se po konstrukciji, ali zajedničko im je formiranje električnog polja koje će djelovati između ispisne glave i tiskovne podloge <sup>[6]</sup>.

Kapljice bojila stvaraju se prilikom formiranja napona ostvarenog od strane vršne elektrode. Pri tome na vrhu mlaznice dolazi do smanjenja površinske napetosti

koja će osloboditi kapljicu . Te kapljice usmjeravaju se kroz električno polje sve do tiskovne podloge. Kada električno polje ne djeluje, na otvoru mlaznice se formira minijaturni meiskus. Aktivacijom električne struje oslobađa se kapljica koja se usmjerava prema električno provodljivoj podlozi. Što je jača struja to je veći volumen kapljice.

Elektrostatski Inkjet je vrlo brza Inkjet tehnologija, daje kvalitetne otiske te može otiskivati na raznim podlogama. Nedostatak je ograničenost na određene formate i nepostojanost otiska.

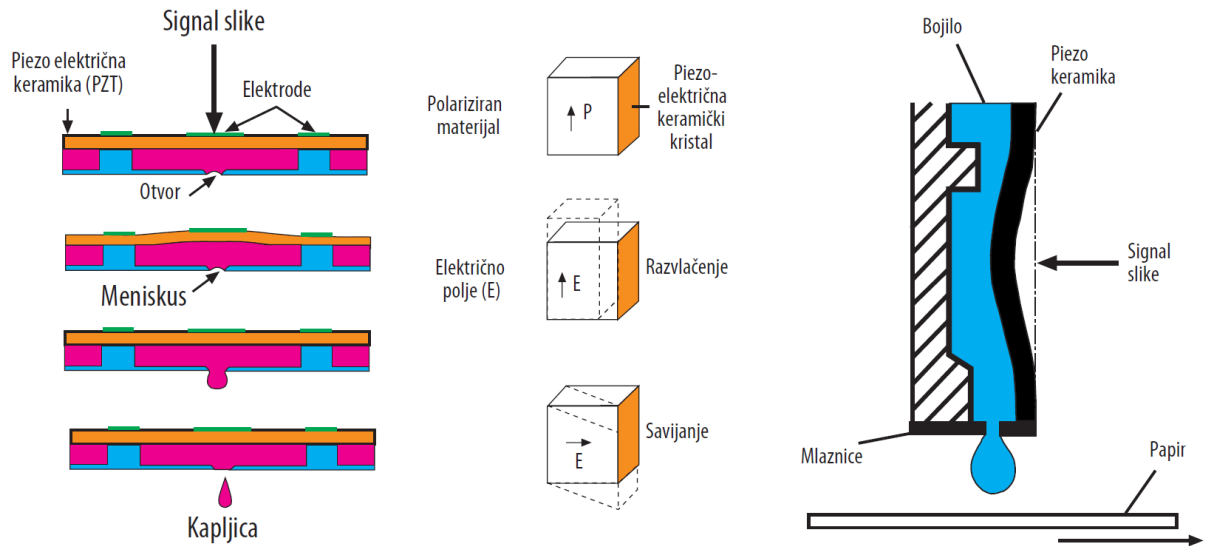


Slika 13. Princip elektrostatskog Inkjet-a  
(Kipphan, H., (2001.), *The handbook of print media*, Springer)

### 2.18.3. Piezoelektrični Inkjet

Piezoelektrični Inkjet je tehnologija je se danas najviše koristi kada govorimo o Inkjet tehnologijama. Kod ovog sustava kapljica je generirana kao rezultat promjene volumena unutar komore s bojilom zbog piezoelektričnog efekta što je prikazano na slici 14. To je omogućeno ugradnjom *piezo* kristala koji mijenaj svoj volumen pod djelovanjem električnog napona. Prestankom djelovanja napona kristal se vraća u prvobitan oblik, stvara se pod tlak zbog čega slijedi izbacivanje kapljice kroz mlaznicu. Dobivena kapljica jednaka je deformaciji *piezo* kristala koji osigurava ponovno punjenje mlazne komore. Ovisno o vrsti i veličini deformacije ovisit će i veličina buduće kapljice. Dobivene kapljice jednakog su volumena.

Piezo Inkjet pisači koriste rijetka bojila dinamičke viskoznosti od 1 do 10 mPa · s. Bojilo je sastavljeno od sitnih pigmenata organskog otapala i izvorno obojene tekućine kao dodatni nosioci obojenja. Kod piezo Inkjet sustava moguće je koristiti i taljivo bojilo koje mijenja agregatno stanje iz krutog u tekuće pri temperaturi od 150 °C.



Slika 14. Način formiranja kapljice kod Piezo Inkjet tehnologije (Kipphan, H., (2001.), *The handbook of print media*, Springer

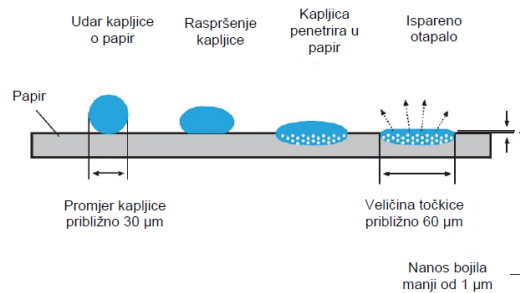
## 2.19. Bojila za Inkjet tisak

Bojilo je jedno od najvažnijih faktora za dobivanje otiska. Inkjet tisak ovisan je o fizikalno – kemijskim svojstvima primijenjenog bojila. Kao i svako bojilo, tako i bojilo za Inkjet tisak mora ispunjavati zahtjeve kao što su stabilnost, kapljivost, gustoća obojenja, vlaženje, prijanjanje za tiskovnu podlogu itd. Zbog visoko postavljenog standarda njegova je priprema komplicirana.

Bojila za Inkjet dijele se na tekuća i taljiva bojila. Tekuća se bojila dijele još na standardna bojila na bazi vode i otapala te UV boje. S tekućim bojilima moguće je ostvariti tanki nanos boje na tiskovnoj podlozi debljine 0,5 µm, dok je kod UV i taljivih bojila nanos boje debljine od 10 do 15 µm. Deblji nanos može stvoriti dojam reljefne strukture što rezultira neprivlačnim vizualnim dojmom. Glavna uloga bojila je prijenos molekula specifičnog obojenja na podlogu. Nositelj obojenja je

naziv za takve sintetički izrađene molekule. To su obično organski pigmenti, izvorno obojane tekućine, polimeri i UV monomeri. Kada se bojilo jednom pripremi, ono mora sadržavati određena fizikalno-kemijska svojstva. Karakteristike bojila ne smiju biti promjenjive duži vremenski period, a to je obično dvije godine od njene proizvodnje. Svim bojilima za Inkjet zajedničko je da moraju biti tekući kada izađu iz mlaznice kako bi mogli prodrijeti unutar tiskovne podloge.

Kod Inkjet bojila vezivo nosi molekule koje daju obojenje i služi za njihov prijenos. Najčešća veziva mogu biti: voda, organsko otapalo i tekući monomeri. Bojila također mogu sadržavati i aditive koji imaju određenu ulogu. To su obično: površinski aktivne tvari, konzervansi i fotoinicijatori. To su uglavnom polimeri koji omogućuju vezanje molekula za tiskovnu podlogu ne mijenjajući pritom izvorno obojenje.



Slika 15. Primjer prijanjanja kapljice bojila na površinu tiskovne podloge i njeno prodiranje unutar tiskovne podloge

(Kipphan, H., (2001.), *The handbook of print media*, Springer)

## 2.20. Tiskovne podloge za Inkjet tisak

Tehnikom Inkjet tiska moguće je vršiti otiskivanje na raznim podlogama. Papir i karton su još uvijek najzastupljenije vrste tiskovnih podloga u grafičkoj industriji. Tiskovne podloge za Inkjet dijele se u dvije skupine. Prva je podjela papira na naravne i premazane papire. Ova podjela nastala je zbog ovisnosti o postojanju površinskog sloja koji će upiti boju i tako formirati veći intenzitet obojenosti. Naravni papir je obični multifunkcionalni papir koji je široku primjenu našao kod la-

serskih i uredskih pisača. Površina je kod premazanih papira premazana što pomaže prihvaćanju boje. U premazanim papira nalaze se sastojci poput silikona, titan dioksida, kalcijevog karbonata i raznih polimera. Većina Inkjet bojila u sebi sadrži površinski aktivne tvari i imaju dobru mogućnost upijanja.

Posebne Inkjet podloge moraju imati određena svojstva kako bi se na njih mogli reproducirati otisci visoke kvalitete. Nakon doticaja kapljice i podloge, kapljica se ne smije razmazati i mora se širiti ravnomjerno u svim smjerovima, te mora postojati sposobnost određene brzine upijanja jer bi prebrzo upijanje moglo smanjiti intenzitet boje. Podloga također mora imati i određeni stupanj glatkoće kako bi se postigla visoka gustoća obojenja. Potrebno je postići adekvatnu ravnotežu između podloge i bojila kako bi otisak bio što kvalitetniji, a to se postiže manipulacijom svojstvima tiskovne podloge.



## 3. EKSPERIMENTALNI DIO

### 3.1. Cilj istraživanja

Prilikom stvaranja određenog branda velika se pažnja posvećuje odabiru boja koje će predstavljati taj brand. Proizvođači žele da baš njihov proizvod bude najupečatljiviji te da se razlikuje od drugih proizvoda. Budući da se oglašavanje proizvoda kreće putem digitalnih i tiskanih medija, reprodukcija zaštitnih boja najčešće nije vjerodostojna onim izvornim koje predstavljaju proizvod. U toku reprodukcije mogu nastati odstupanja reproducirane boje od originala, što nastaje tijekom transformacije boje između različitih uređaja.

Cilj istraživanja u ovom diplomskom radu je ustanoviti koje je sve parametre potrebno definirati u digitalnoj simulaciji boja za postizanje kvalitetnih otisaka pomoću Inkjet pisača.

### 3.2. Metode korištene za izradu diplomskog rada

U prvom djelu istraživanja odabrano je pet proizvoda koji su po svojim bojama prepoznatljivi široj masi. Proizvodi su odabrani tako da tvore širok raspon boja kako bi se na kraju istraživanja dobio uvid u manipulaciju pet različitih boja. Odabrani proizvodi postavljeni su na bijelu pozadinu te su fotografirani pri dnevnom svjetlu pomoću digitalnog fotoaparata Canon 70D. Fotografije su napravljene u sirovom RAW formatu i kao takve prebačene na računalo.



Slika 16. Odabrani proizvodi

Nakon fotografiranja proizvoda i odabira najbolje fotografije, ista se otvara u programu Adobe Photoshop CS6 radi daljnje obrade. Fotografija se izdvaja od pozadine pomoću alata *Magnetic lasso* koji služi za selektiranje oblika koji imaju jasno vidljive rubove, a alat vrlo dobro raspoznaje što treba selektirati dok ga vučemo po rubovima objekta. Nakon selektiranja proizvoda, njegova se fotografija prebacuje na novi A4 format gdje s proizvoda odaberemo pet različitih tonova pomoću alata *Eye dropper*. Pet različitih tonova od onih tamnijih do svjetlijih raspoređeno je u kvadratiće veličine 5 milimetara tvoreći kontrolni klin koji će nam služiti za mjerenje CIE L\*a\*b\* vrijednosti. Primjer klina prikazan je na slici broj 17.

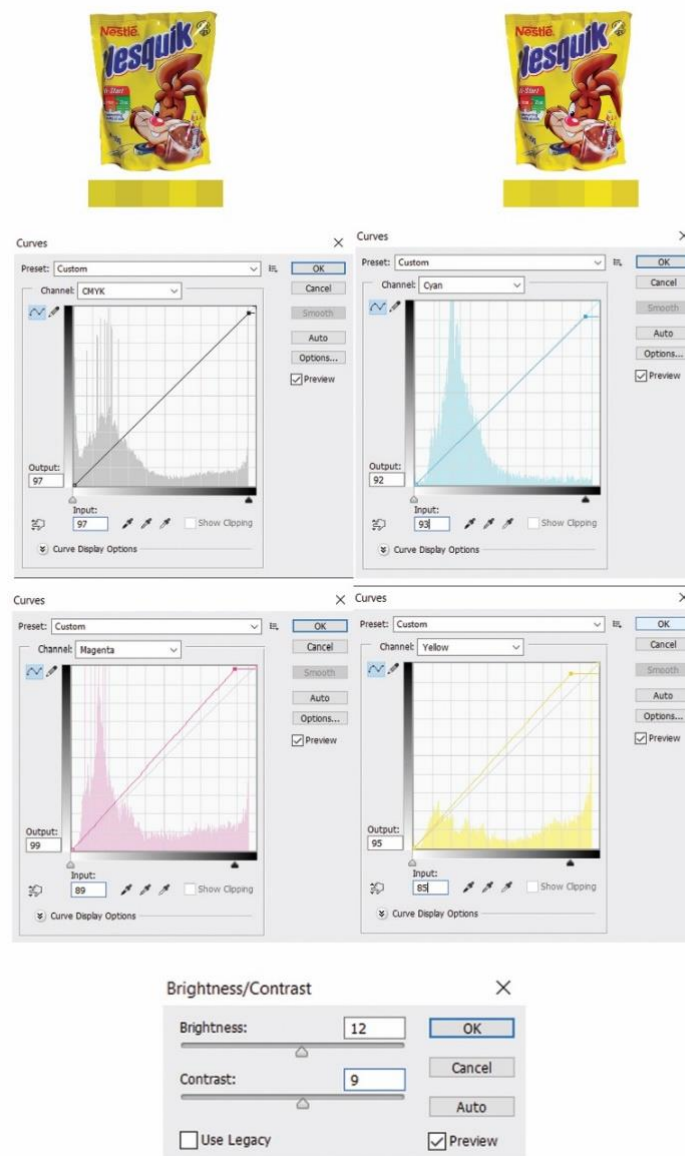


Slika 17. Primjer mjernog stripa

Nakon što je selektirano pet tonova svi zasebni *Layeri* skupljaju se u jedan zajednički *Layer* pomoću opcije *Flatten Image*. To je potrebno napraviti kako bi se daljnje digitalne manipulacije primjenjivale kako na fotografiji proizvoda tako i na kontrolnom klinu. Zadani *Layer* kopiramo petnaest do dvadeset puta i rasporedimo po stranici (primjer uzoraka u poglavlju 6. Prilozi). To je potrebno napraviti kako bi se na što više primjeraka mogla izvršiti digitalna manipulacija bojama.

U drugom djelu istraživanja na postavljenim uzorcima vrše se digitalne manipulacije boja u programu *Photoshop*. Glavni alat pomoću kojeg se vršila manipulacija bojama je *Curves*. *Curves* u *Photosopu* možemo pronaći pritiskom na Ctrl+M ili *Image -Adjustments – Curves*. *Curves*, odnosno krivulje određuju na koji će se način ulazni tonalni podaci mijenjati do izlaza. Pomoću krivulja vrlo lako možemo poboljšati kontrast fotografije u cjelini, te također prilagođavati i boje jer se svaki

kanal boje može se posebno prilagođavati putem krivulja. Najkvalitetniji način korekcije fotografija koje su digitalizirane je preko krivulja. Za podešavanje ton-skog opsega korišten je alat *Brightness/Contrast* koji se nalazi pod *Image -Adjustments - Brightness/Contrast*. Na nekim primjerima korišten je alat *Color balance* koji nam služi kako bi smanjili intezitet boje dodavajući više one njoj suprotne. Na primjer pojačavanjem cijana slabimo crvenu, pojačavanjem crvene slabimo cijan i tako dalje. Pomoću alata *Hue/Saturation/Lightness* podešavali smo ton, zasićenje i svjetlinu slike. Primjer fotografije prije i poslije manipulacije te njezin tijek prikazan je na slici 18.



Slika 18. Fotografija prije i poslije digitalne manipulacije i njezin tijek

Nakon što su sve fotografije obrađene dokument iz *Photoshopa* je umetnut u program *Adobe In Design CS6* te je eksportiran u zatvoreni *PDF* dokument. Dokument je eksportiran pod određenim postavkama kako ne bi izgubili kvalitetu prilikom otiskivanja. Pod opcijom *Image quality* definira se rezolucija slike od 300 dpi. Pod opcijom *Compression* za *Color images* postavljena je opcija *Bicubic Downsampling To* metoda kompresije koja izračunava prosjek piksela. Ova vrsta kompresije preporuča se za izradu *PDF*-a za tisak. Također kompresija je postavljena na *ZIP*. Pod opcijom *Color conversion* potrebno je uključiti opciju *No color conversion* kako ne bi došlo do pomaka u boji prilikom izrade *PDF* dokumenta. Nakon izrade zatvorenih *PDF* dokumenata slijedi njihovo otiskivanje u dva primjerka za svaki proizvod na odabranom Inkjet uređaju, nakon čega slijedi treća faza istraživanja.

U trećoj fazi istraživanja provodi se anketa među ispitanicima. Nakon što su uzorci koji će se ispitivati otisnuti, potrebno ih je izrezati prema obliku te na stražnjoj strani označiti brojevima. Tako označeni uzorci nasumično se poredaju ispred ispitanika, te on prema svom sjećanju i doživljaju moraju poredati pet uzoraka koji su mu po boji najbližiji stvarnom proizvodu. Svaki uzorak ostvaruje broj bodova prema poziciji koju je zauzeo. Tako će uzorak koji je odabran kao najbližnji dobiti maksimalnih pet bodova dok će svaki sljedeći dobiti jedan bod manje, odnosno uzorak koji će biti uvršten na zadnje mjesto dobit će jedan bod. Ispitanici će biti ispitani za svaki proizvod, te će se svaki proizvod posebno rangirati.



Slika 19. Primjer označavanja uzoraka

### 3.3. Uređaji korišteni za izradu diplomskog rada

#### Canon EOS 70D

Za fotografiranje proizvoda korišten je Canon EOS 70D pomoću kojeg su napravljene RAW fotografije. Karakteristike fotoaparata prikazane su u tablici broj 1. Fotografije Cedevite, Milke i Orbita fotografirane su pod postavkama ISO 640, otvor blende 4,5 te u vremenu 1/50 s. Fotografija proizvoda Nesquik fotografirana je pod postavkama ISO 320, otvor blende 3,5 u vremenu 1/50 s. Za proizvod Dorina postavke su bile zadane na ISO 500, otvor blende 4,5 u vremenu 1/50.

Tablica 1. Karakteristike fotoaparata Canon EOS 70D (izvor podataka: <http://www.usporredi.hr/katalog/fotoaparati/canon-eos-70d>)

OPIS UREĐAJA	
<b>Tip aparata</b>	DSLR, otporan na vlagu i prašinu
<b>Dimenzije</b>	139 x 104 x 79 mm
<b>Težina</b>	755 g
<b>ZASLON, TRAŽILO</b>	
<b>Tip</b>	Zakretni, LCD, osjetljiv na dodir
<b>Tražilo</b>	Optičko
<b>Dijagonala i rezolucija</b>	3 inča 1,040,000 točaka
<b>BATERIJA</b>	
<b>Tip i kapacitet</b>	Li – Ion, 1800 mAh
<b>Broj okidanja (CIPA standard)</b>	920
<b>SENZOR</b>	
<b>Veličina senzora</b>	APS - C (23 x 15 mm)
<b>ISO osjetljivost</b>	Auto, 100, 200, 400, 800, 1600, 3200, 6400, 12800, 25600
<b>Megapiksela</b>	20,2
<b>RAW format</b>	Da
<b>Stabilizacija</b>	Ne
<b>Kontinuirano okidanje</b>	7 fps

<b>IZBORNIK, POVEZIVOST, MEMORIJA</b>	
<b>Bežično povezivanje</b>	WiFi
<b>Žičano povezivanje</b>	USB 2.0, HDMI
<b>Memorija</b>	SD memorijske kartice
<b>Hrvatski jezik</b>	Ne
<b>VIDEO SNIMANJE</b>	
<b>Format</b>	H.264
<b>Rezolucija (fps)</b>	Full HD, 1920 x 1080 ( 30, 24 fps)
<b>AUTOFOKUS I BLJESKALICA</b>	
<b>Tip autofokusa</b>	Kontrastni na senzoru, Fazni (odvojeni detektor)
<b>Bljeskalica</b>	Ugrađena
<b>AF točaka</b>	19
<b>Doseg bljeskalice</b>	12 metara
<b>Bežična kontrola vanjskih bljeskalica</b>	Da

## Konika Minolta Bizhub C258

Za ispis potrebnih uzoraka na kojima će se vršiti vizualna i mjerna analiza korišten je Inkjet uređaj *Konika Minolta Bizhub C258*. Osnovne karakteristike uređaja prikazane su u tablici broj 2.

*Tablica 2. Karakteristike Inkjet uređaja Konika Minolta Bizhub C258 (izvor podataka: <http://www.konicaminolta.ba/bs/poslovna-rjesenja/proizvodi/uredski-segment/multifunkcijski-uređaji/kolor/bizhub-c258/osnovne-karakteristike.html>)*

<b>Osnovne karakteristike</b>
25/25 str/min color i c&b
Formati papira: A6 – SRA3, odabrani formati i <i>banner</i> formati do 1.2 metra dužine
9 – inch color <i>touch</i> panel s <i>multi – touch</i> podrškom postavljenim prostornom za dodatne pogodnosti fleksibilnosti u suvremenom radnom stilu

Smanjen utjecaj na okoliš zahvaljujući *state - of - the - art* tehnologiji osigurava konkurentnu smanjenu potrošnju energije

Najveći stupanj sigurnosti podataka zahvaljujući raznim sigurnosim funkcijama za smanjenje rizika gubljenja kao i čuvanje povjerljivih podataka



Slika 20. Inkjet uređaj Konika Minolta Bizhub C258 (izvor slike: [https://www.google.hr/search?q=konika+minolta+bizhub+c258&espv=2&biw=1920&bih=919&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi2sbS996DOAhWqFJoKHe4OBD4Q\\_AUIBigB#imgrc=ZTG9TwI91\\_8MvM%3A](https://www.google.hr/search?q=konika+minolta+bizhub+c258&espv=2&biw=1920&bih=919&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi2sbS996DOAhWqFJoKHe4OBD4Q_AUIBigB#imgrc=ZTG9TwI91_8MvM%3A))

### Spektrofotometar X - Rite eXact

X – *Rite eXact* spektrofotometar služi za mjerenje vrijednosti boje u tisku i laboratorijima bojila. Izbornik omogućuje postavljanje niza postavki kako bi se dobila željena precizna mjerenja. Moguće je mjeriti mala ili velika polja, pri čemu je minimalna veličina polja 3 x 3 mm. Pomoću spektrofotometra izmjerene su CIE L\*a\*b\* vrijednosti na uzorcima. Tehničke značajke spektrofotometra prikazane su u tablici broj 3.

Tablica 3. Tehničke značajke spektrofotometra X – Rite eXact ( izvor podataka:

[http://www.grf.unizg.hr/wpcontent/uploads/2010/09/SMP\\_KatalogOpreme\\_FINAL-WEB\\_v2.pdf](http://www.grf.unizg.hr/wpcontent/uploads/2010/09/SMP_KatalogOpreme_FINAL-WEB_v2.pdf))

<b>Dimenzije</b>	7,6 x 7,8 x 18 cm
<b>Težina</b>	700 g
<b>Raspon valnih duljina</b>	400 – 700 nm
<b>Raspon mjerenja</b>	0 – 200 % Refleksija
<b>Optička razlučivost</b>	10 nm
<b>Geometrija</b>	45° / 0°
<b>Standardni promatrač</b>	2° / 10°
<b>Mjerna površina</b>	Ø1.5, Ø2, Ø4 i Ø6 mm
<b>Standard</b>	ISO 13655 : 2009
<b>USB</b>	2.0
<b>Godina nabave</b>	2013.



Slika 21. Spektrofotometar X – Rite eXact (izvor slike: [https://www.google.hr/search?q=spektrofotometar+x-rite+exact&espv=2&biw=1920&bih=971&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiC9r2a96DOAhWrZpoKHWttA04Q\\_AUIBigB#imgrc=JBP-E1mhfTj\\_mM%3A](https://www.google.hr/search?q=spektrofotometar+x-rite+exact&espv=2&biw=1920&bih=971&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiC9r2a96DOAhWrZpoKHWttA04Q_AUIBigB#imgrc=JBP-E1mhfTj_mM%3A))



## 4. PRIKAZ REZULTATA I DISKUSIJA

Anketa je provedena na 25 ispitanika koji su se izjasnili kao standardni promatrači. Nakon što je na ispitanicima provedena vizualna analiza pomoću čega je odabrano pet uzoraka od svakog proizvoda koji su najbliži originalnim bojama vršila su se digitalna ispitivanja za CIE L\*a\*b\* vrijednosti. Svaki uzorak ima svoj mjerni strip na kojem je odabrano polje na kojem će se vršiti mjerenje. Odabrano polje predstavlja glavnu i osnovnu, odnosno, prepoznatljivu boju za taj proizvod.

Rezultati su također prikazani i grafički kako bi se lakše uočile promjene tona, zasićenja i svjetline boja.

### 4.1. Milka

Tablica 4. Prikaz CIE L\*a\*b\* vrijednosti za proizvod Milka

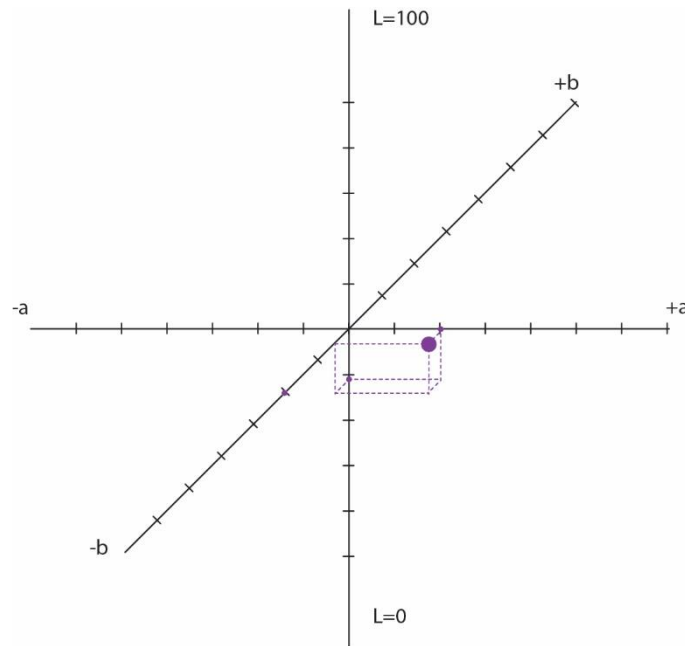
Broj uzorka	Treće polje
15	L*=39.38 a*=20.57 b*=-20.66
10	L*=47.51 a*=16.54 b*=-25.45
12	L*=46.97 a*=18.46 b*=-25.36
11	L*=47.34 a*=12.73 b*=-23.91
8	L*=48.35 a*=16.69 b*=-27.35

Odmah nakon što je provedeno vizualno ispitivanje uzoraka primijećeno je da su ispitanici eliminirali uzorke u kojima je veći udio cijan boje i isto tako magente. Na slici 22 prikazani su odabrani uzorci redom prema broju ostvarenih bodova 15, 10, 12, 11, 8.

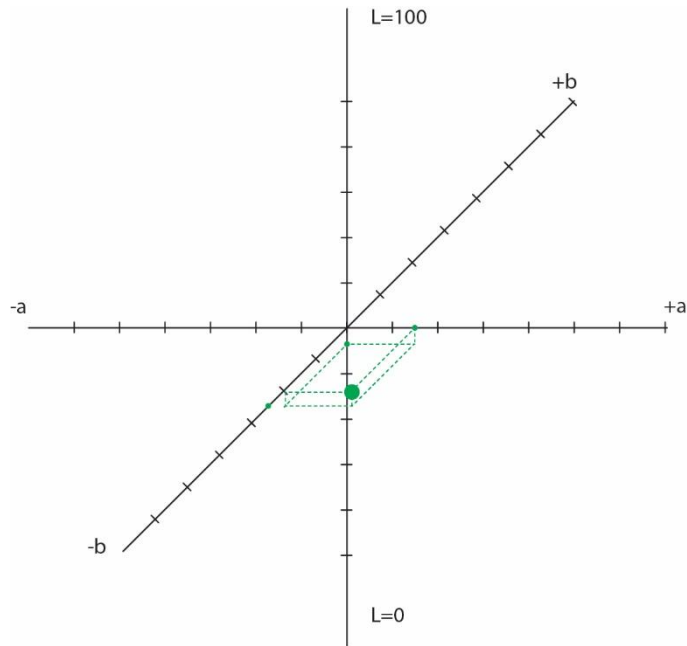


Slika 22. Prikaz odabranih uzoraka 15, 10, 12, 11, 8

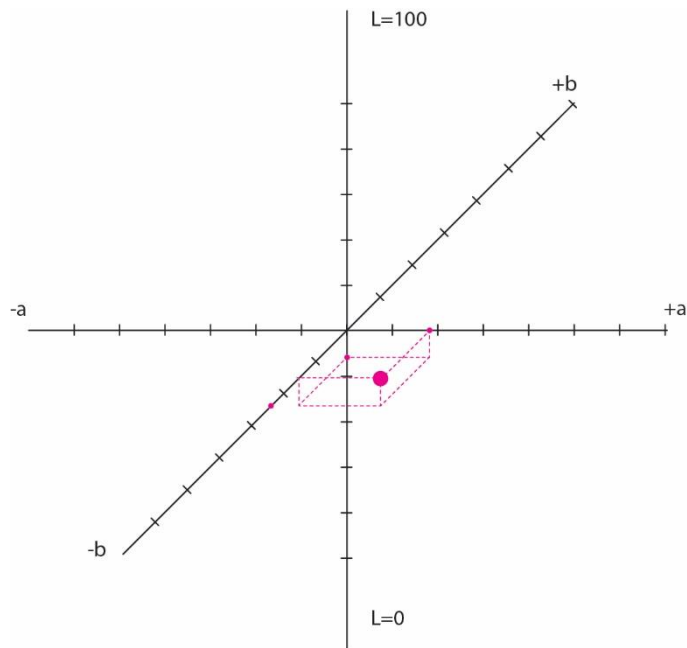
Prema odabranim uzorcima ispitanici su uzorak broj 15 označili kao najbližnji stvarnoj boji Milka čokolade.



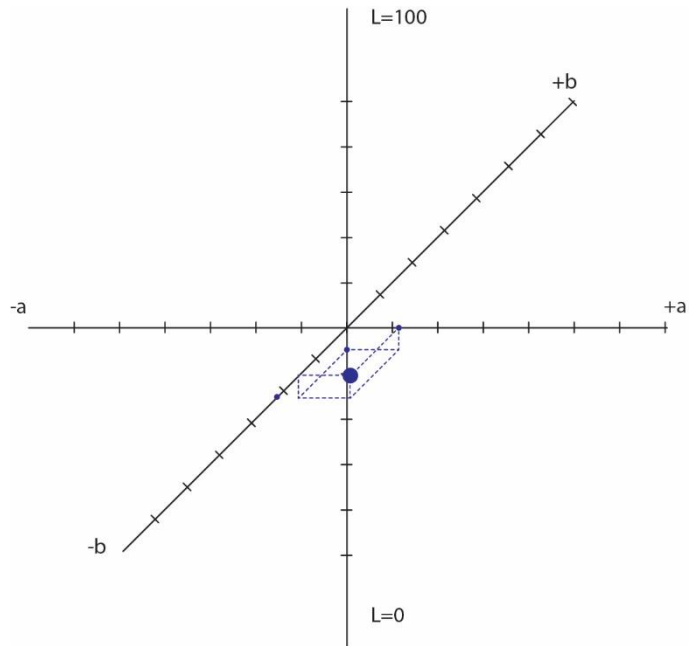
Slika 23. Prikaz grafa za treće mjerno polje uzorka 15



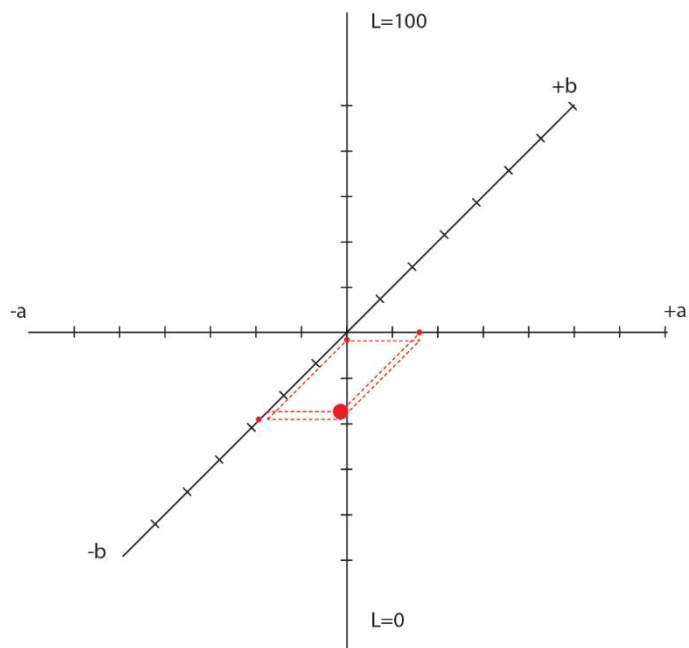
Slika 24. Prikaz grafa za treće mjerno polje uzorka 10



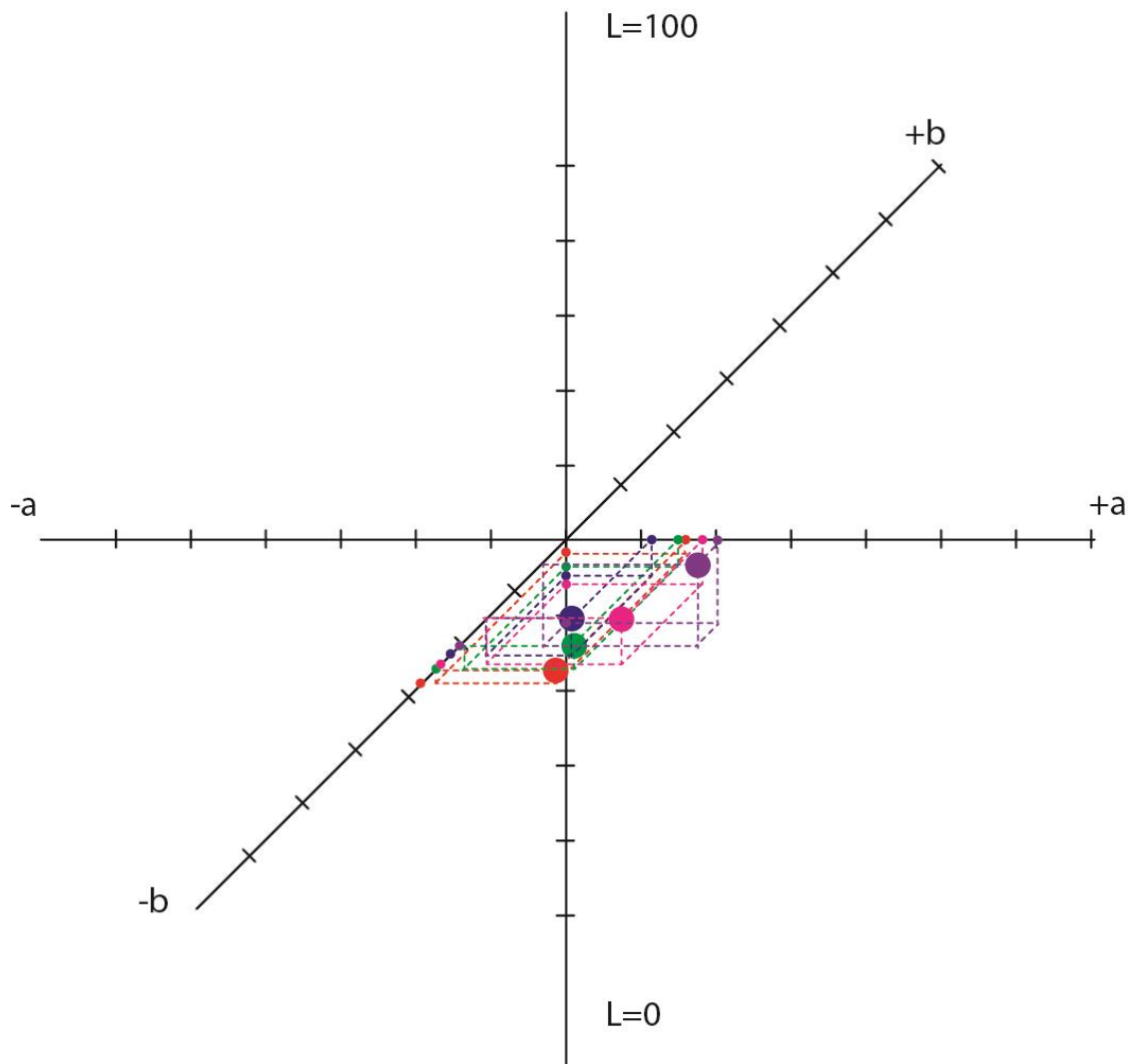
Slika 25. Prikaz grafa za treće mjerno polje uzorka 12



Slika 26. Prikaz grafa za treće mjerno polje uzorka 11



Slika 27. Prikaz grafa za treće mjerno polje uzorka 8



Slika 28. Prikaz grafa za CIE Lab vrijednosti trećeg polja svih uzoraka proizvoda Milka



Slika 29. Legenda za točke proizvoda Milka

Tablica 5. Prikaz promjene boja pomoću alata Curves

<b>15</b>	O	I	<b>10</b>	O	I	<b>12</b>	O	I	<b>11</b>	O	I	<b>8</b>	O	I
CMYK	-	-	CMYK	82	96	CMYK	85	90	CMYK	82	94	CMYK	84	95
<b>C</b>	80	98	<b>C</b>	85	96	<b>C</b>	80	94	<b>C</b>	82	96	<b>C</b>	86	98
<b>M</b>	-	-	<b>M</b>	97	94	<b>M</b>	88	82	<b>M</b>	93	97	<b>M</b>	91	87
<b>Y</b>	-	-	<b>Y</b>	-	-	<b>Y</b>	-	-	<b>Y</b>	94	98	<b>Y</b>	85	94

Osim alata *curves* za određene uzorke koristila se i digitalna manipulacija pomoću alata *Brightness/Contrast*. Na uzorku 15 svjetlina i kontrast nisu manipulirani. Na uzorku 10 svjetlina je povećana za 5, a kontrast smanjen na -10. Na

uzorku 12 svjetlina je povećana za 12, a kontrast smanjen na -13. Kod uzorka 11 svjetlina je povećana na 8, a kontrast smanjen za -12. Kod zadnjeg uzorka broj 8 svjetlina je povećana za 20 dok je kontrast smanjen za -11.

Treće polje odnosi se na osnovnu boju koja zauzima najveći dio ambalaže, a na zadnjem grafu uočavamo promjene u tonu boje. Kako bi se izračunala stvarna udaljenost točkaka računamo  $\Delta E^*$  između točke uzorka 15 i točke uzorka 10, koji su izabrani kao dva uzorka najbližnja izvornoj boji. Udaljenost točkaka izračunat ćemo pomoću izraza  $\Delta E^*$ . Udaljenost ćemo računati između najdalje točke i svake sljedeće. U ovom slučaju najudaljenija točka je točka uzorka broj 15.

$$\Delta E^* = [ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 ]^{1/2}$$

$$\begin{aligned} \Delta E^*_{15,10} &= [ (L_{15} - L_{10})^2 + (a_{15} - a_{10})^2 + (b_{15} - b_{10})^2 ] = \\ &= [ (39,38 - 47,51)^2 + (20,57 - 16,54)^2 + (-20,66 - (-25,45))^2 ]^{1/2} = \\ &= [ (39,38 - 47,51)^2 + (20,57 - 16,54)^2 + (-20,66 + 25,45)^2 ]^{1/2} = \\ &= [ (-8,13)^2 + (4,03)^2 + (4,79)^2 ]^{1/2} = [ 66,0969 + 16,2409 + 22,9441 ]^{1/2} = 10,26 \end{aligned}$$

$$\Delta E^*_{15,10} = 10,26$$

$$\Delta E^*_{15,12} = 8,17$$

$$\Delta E^*_{15,11} = 11,31$$

$$\Delta E^*_{15,8} = 10,10$$

Tablica 6. Razlika boja prema brojčanim vrijednostima

$\Delta E$	Razlika boja
1 >	Razlika u boji se ne vidi
1 - 2	Razlika u boji je primjetna
2 - 3,5	Razlika u boji se vidi
3,5 - 5	Razlika u boji se dobro vidi
5 <	Razlika u odstupanju boje očigledna

## Diskusija

Prema mišljenju ispitanika uzorak broj 15 je po boji najbližiji stvarnoj boji Milka čokolade. Ako pogledamo tablicu broj 5 možemo uočiti da je na uzorku broj 15 napravljeno najmanje manipulacija u boji, odnosno korigiran je samo cijan, dok su magenta i žuta u punom tonu. Kod uzorka 10 koji je po bodovima na drugom mjestu sličnosti i kod uzorka 12 koji je na trećem mjestu također možemo vidjeti da žuta boja nije manipulirana. Također je vidljivo iz grafa da su točke za uzorke 15, 10, 12, 11 unutar trećeg kvadranta što znači da u sebi imaju djelomične žute, crvene i magente boje. Na uzorku broj 8 žuta je najviše korigirana odnosno udio žute je najviše smanjen u odnosu na ostale uzorke. To je jasno vidljivo iz priloženog grafa na slici 28 jer se crvena točka uzorka 8 jedina nalazi u trećem kvadrantu gdje se nalaze plavo – ljubičasti tonovi.

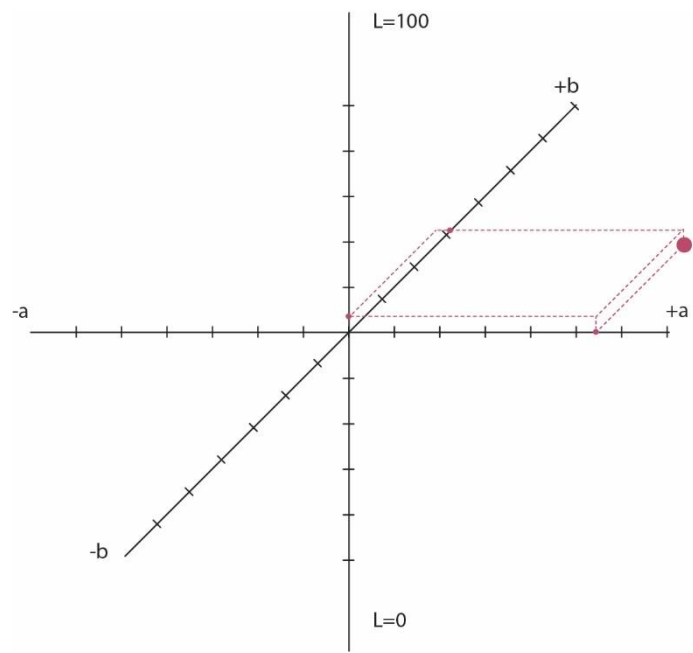
## 4.2. Dorina

Tablica 7. Prikaz CIE L\*a\*b\* vrijednosti za proizvod Dorina

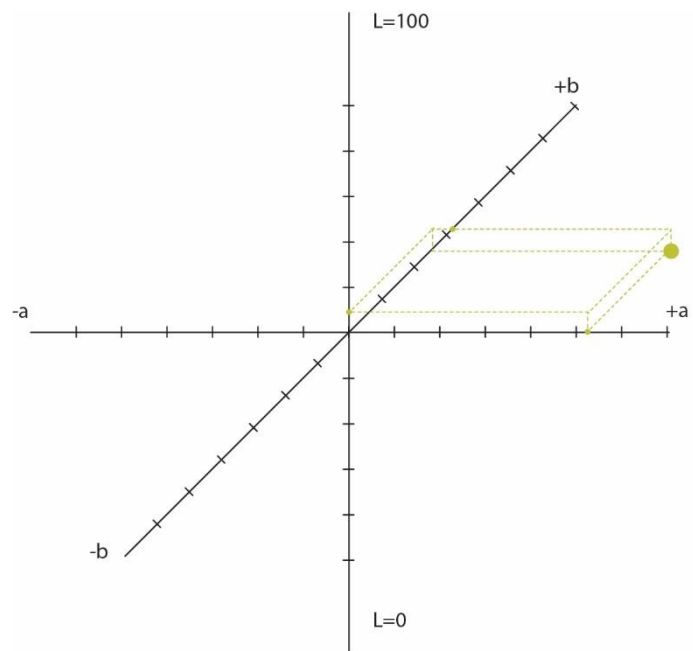
Broj u-zorka	Četvrto polje
15	L*=54.85 a*=54.87 b*=31.31
14	L*=55.46 a*=53.16 b*=31.50
17	L*=56.80 a*=52.16 b*=31.16
13	L*=55.47 a*=53.96 b*=31.00
1	L*=51.23 a*=48.58 b*=25.73



Slika 30. Prikaz odabranih uzoraka 15, 14, 17, 13, 1

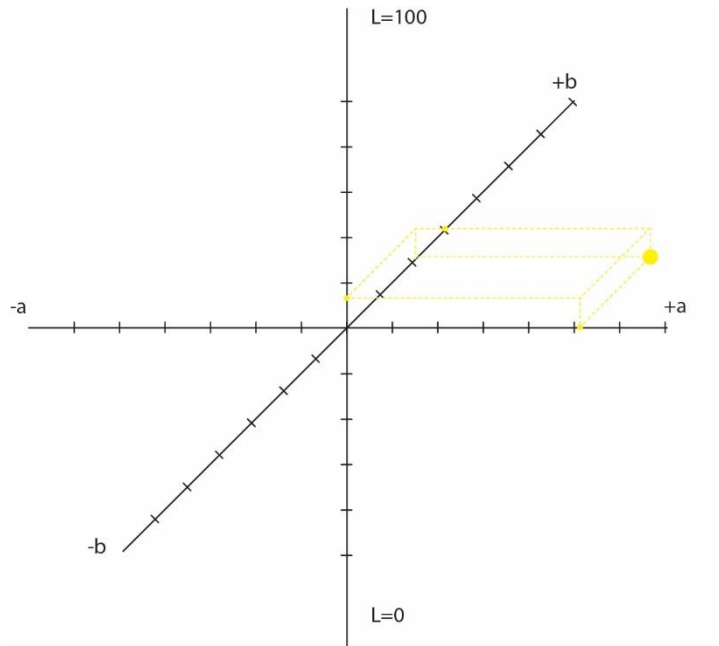


Slika 31. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 15

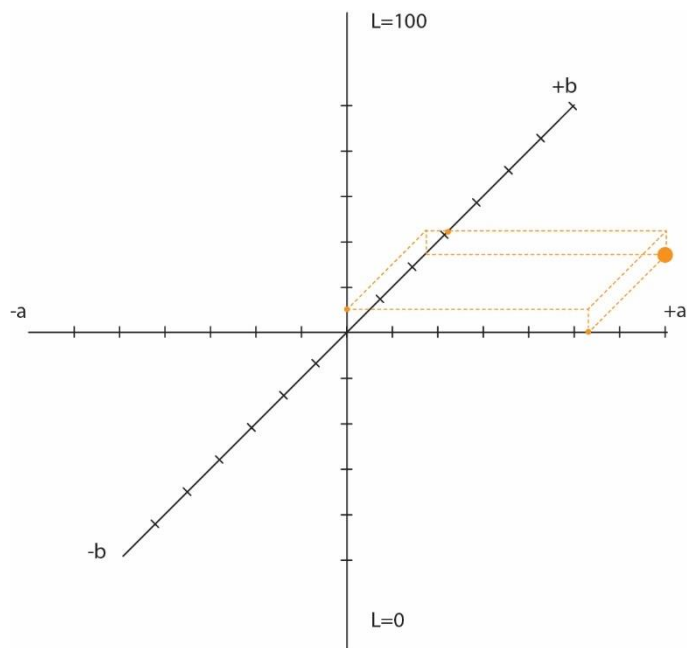


Slika 32. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 14

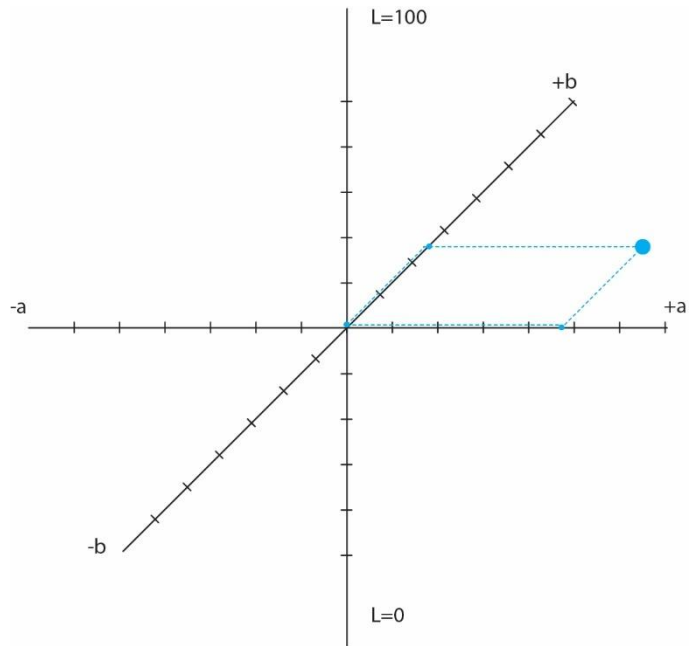




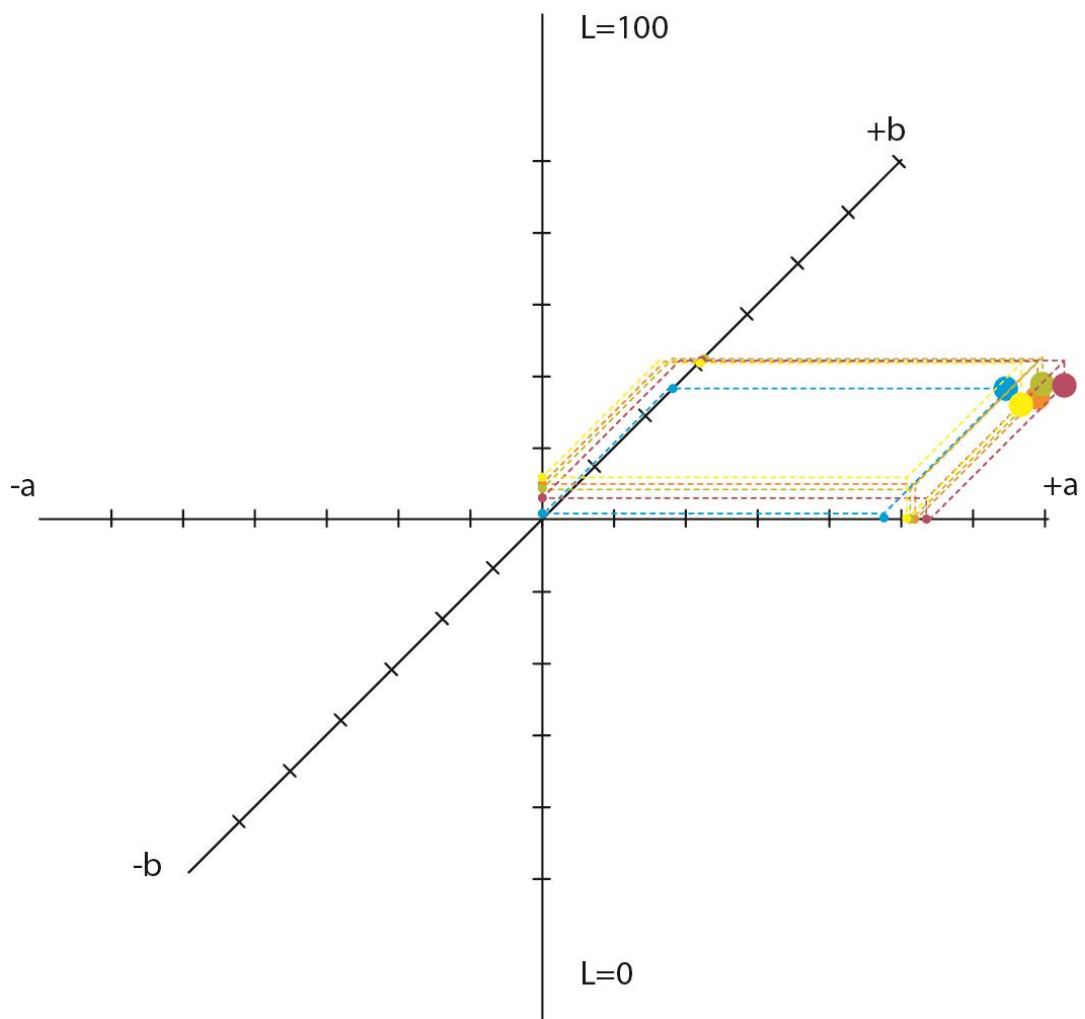
Slika 33. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 17



Slika 34. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 13



Slika 35. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 1



Slika 36. Prikaz grafa za CIE Lab vrijednosti četvrtog polja svih uzoraka proizvoda Dorina



Slika 37. Legenda za točke proizvoda Dorina

Tablica 8. Prikaz vrijednosti manipulacije bojom pomoću alata Curves

15	O	I	14	O	I	17	O	I	13	O	I	1	O	I
CMYK	96	97-	CMYK	93	93	CMYK	91	96	BLACK	82	94	CMYK	96	96
C	49	78	C	43	58	C	44	65	C	82	96	C	95	98
M	-	-	M	-	-	M	-	-	M	93	97	M	95	98
Y	-	-	Y	-	-	Y	-	-	Y	94	98	Y	95	97

U tablici broj 8 prikazane su vrijednosti za manipulaciju bojom pomoću alata *Curves*. Na uzorcima su još napravljene manipulacije pomoću alata *Brightness/Contrast*, a na određenima je još manipulirano pomoću alata *Levels*, *Color balance* te *Hue/Saturation/Lightness*. Tako je na uzorku 15 *Brightness* povećan na 44, *Contrast* smanjen na -12, a *Color balance* je za srednje tonove +13, -8 i -15. Na uzorku broj 14 svjetlina je povećana na 15 i kontrast na 14. Pomoću opcije *Levels* sivi tonovi su pomaknuti za 1,05 dok su bijeli smanjeni na 230. Na uzorku broj 17 *Brightness* je povećan na 36 dok je kontrast smanjen na -14. Na uzorku broj 13 *Brightness* i *Contrast* manipulirani su dva puta. Prvi put svjetlina je povećana na 20 i kontrast na 2, a drugi puta svjetlina je povećana na 15 i kontrast smanjen na -18. Na zadnjem uzorku broj 1 svjetlina je povećana na 8, a kontrast na 3.

Četvrto mjerno polje predstavlja boju koja se nalazi na većini ambalaže. Drugim riječima četvrto polje odnosi se na prepoznatljivu crvenu boju Dorina čokolade. Na slici broj 36 prikazani graf pokazuje promjenu zasićenosti u boji. Kako bi se izračunala stvarna udaljenost točaka koristimo izraz

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Najudaljenija odnosno najzasićenija točka je točka uzorka 15 (točka u rozoj boji).  $\Delta E^*$  računamo između točke uzorka 15 i točke svakog sljedećeg uzorka.

$$\Delta E^*_{15,14} = 1,825$$

$$\Delta E^*_{15,17} = 3,342$$

$$\Delta E^*_{15,13} = 1,143$$

$$\Delta E^*_{15,1} = 9,154$$

## Diskusija

Prema priloženom grafu na slici 36 uočavamo promjenu u zasićenosti crvene boje. Boja na uzorku 15 pokazala se kao najzasićenija. Ako graf usporedimo s dobivenim rezultatima za  $\Delta E^*$  između točaka, uočavamo da između točaka za uzorke 15 i 14 postoji primjetna razlika u boji. Razlika u boji između točaka za uzorke 15 i 13 također je primjetna. Razlika u boji vidljiva je između točaka 15 i 17, dok je razlika očigledna između točaka za uzorke 15 i 1. Ako se dobiveni rezultati usporede s vrijednostima prilikom digitalne manipulacije (tablica 8) uočavamo da prva tri mjesta prema odabiru ispitanika zauzimaju uzorci na kojima su vrijednosti žute i magente netaknute, dok je manipuliran, odnosno, smanjen udio cijana.

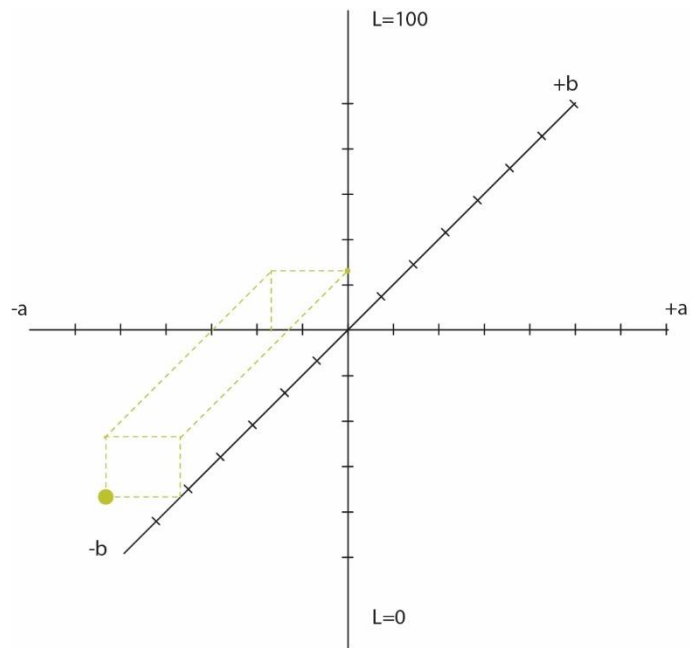
## 4.3. Orbit

Tablica 9. Prikaz CIE L\*a\*b\* vrijednosti za proizvod Orbit

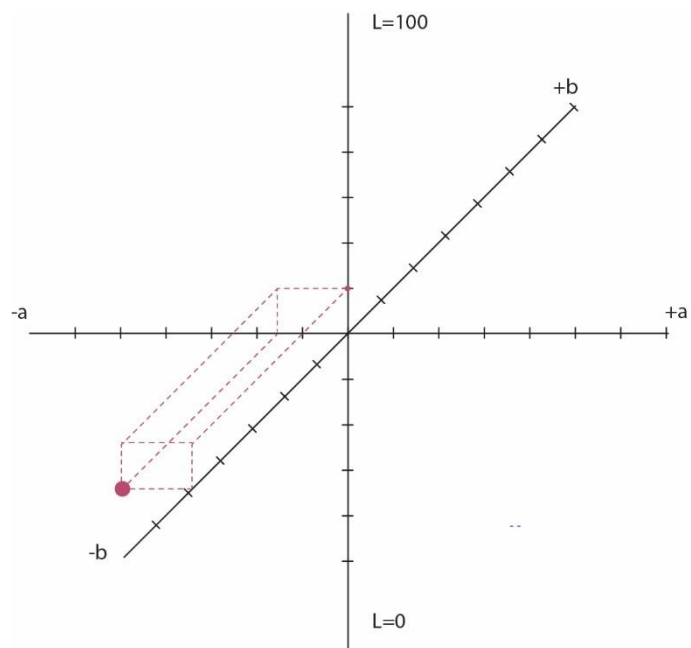
Broj uzorka	Četvrto polje
10	L*=62.34 a*=-17.37 b*=-33.65
13	L*=60.76 a*=-16.44 b*=-33.84
7	L*=61.12 a*=-17.54 b*=-33.59
17	L*=55.11 a*=-19.51 b*=-36.37
9	L*=61.88 a*=-13.62 b*=-30.37



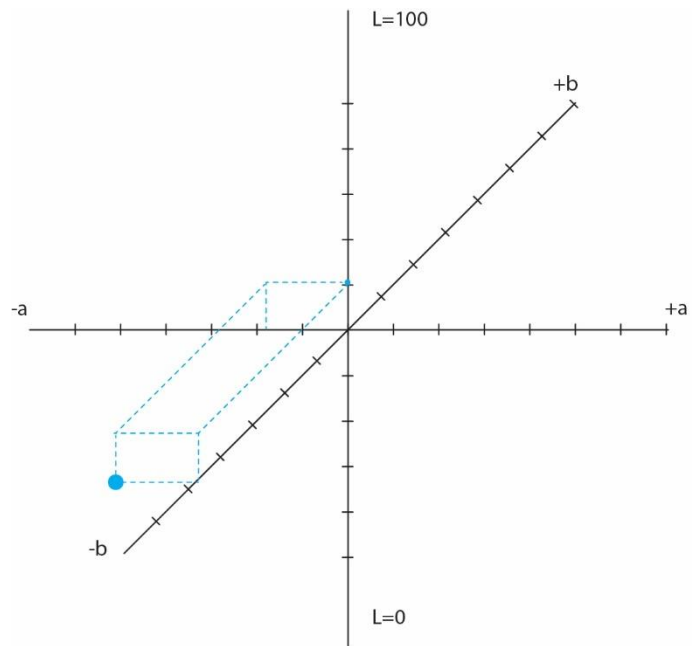
Slika 38. Prikaz odabranih uzoraka 10, 13, 7, 17, 9



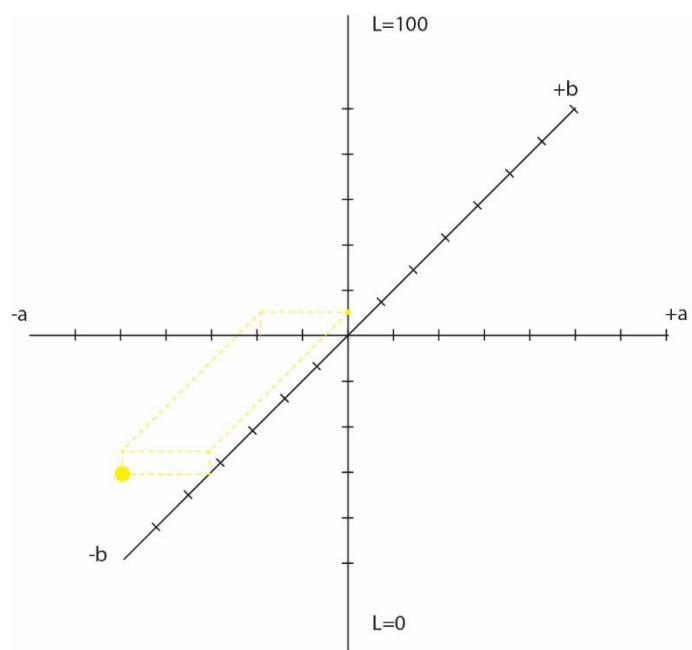
Slika 39. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 10



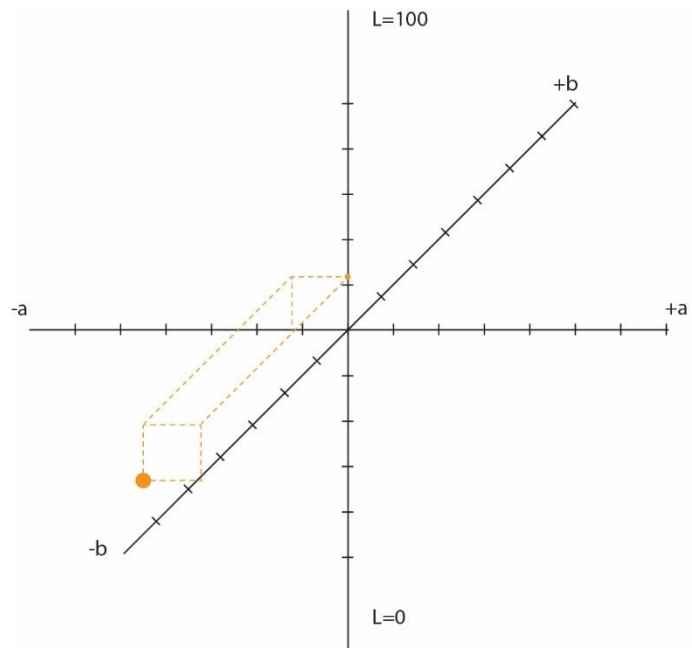
Slika 40. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 13



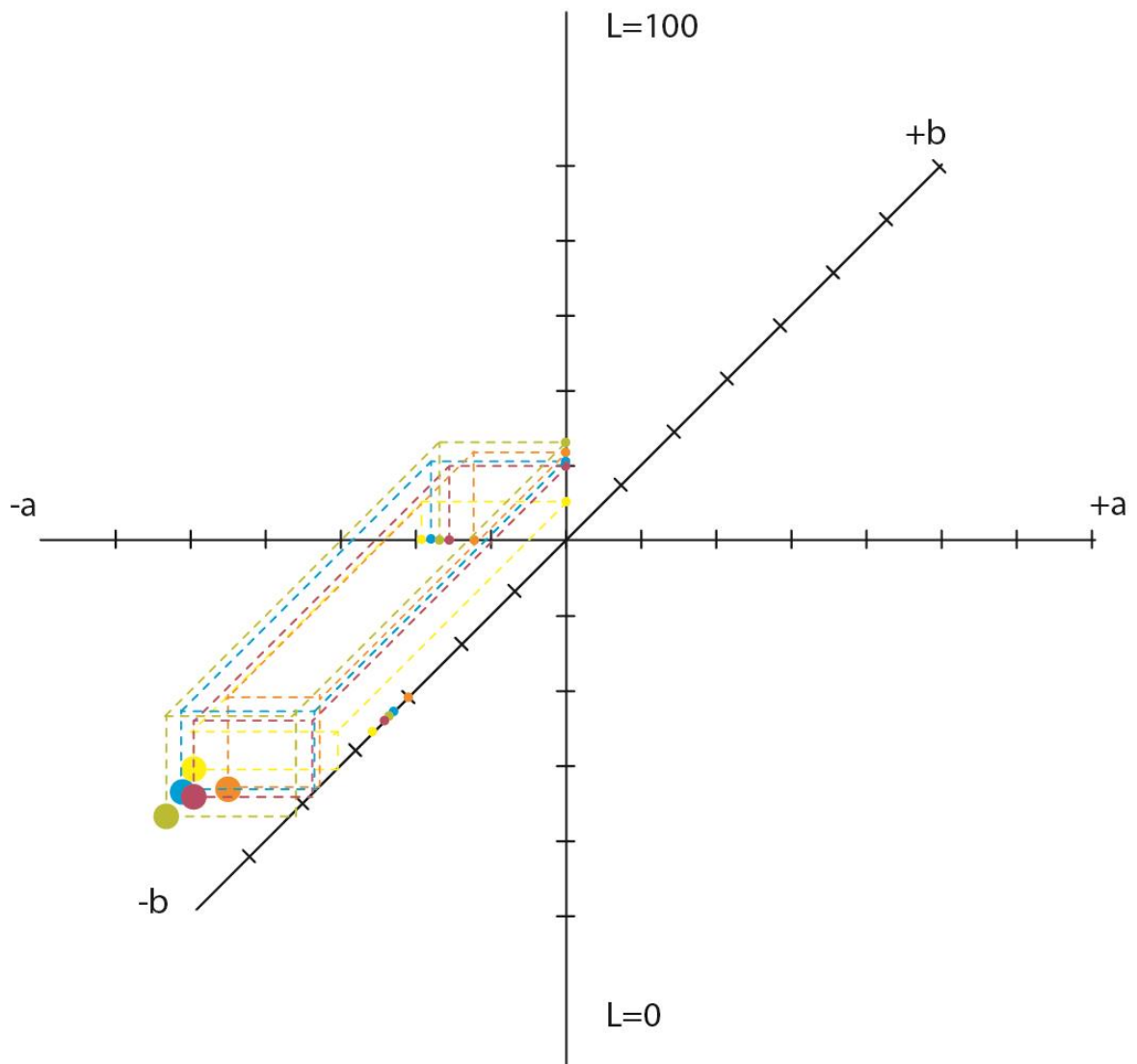
Slika 41. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 7



Slika 42. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 17



Slika 43. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 9



Slika 44. Prikaz grafa za CIE Lab vrijednosti četvrtog polja svih uzoraka proizvoda Orbit



Slika 45. Legenda za točke proizvoda Orbit

Tablica 10. Prikaz vrijednosti manipulacije bojom za opciju Curves

<b>10</b>	O	I	<b>13</b>	O	I	<b>7</b>	O	I	<b>17</b>	O	I	<b>9</b>	O	I
CMYK	87	95	CMYK	89	99	CMYK	81	93	CMYK	94	98	CMYK	88	95
<b>C</b>	86	97	<b>C</b>	88	100	<b>C</b>	85	90	<b>C</b>	95	93	<b>C</b>	79	97
<b>M</b>	94	100	<b>M</b>	89	94	<b>M</b>	85	97	<b>M</b>	92	99	<b>M</b>	86	100
<b>Y</b>	-	-	<b>Y</b>	-	-	<b>Y</b>	-	-	<b>Y</b>	-	-	<b>Y</b>	-	-

Na slikama od 39 do 43 prikazani su grafovi za četvrto polje uzoraka 10, 13, 7, 17 i 9. U tablici broj 10 prikazane su vrijednosti za manipulaciju bojom pomoću



alata Curves. Osim promjene u boji manipulirali su se također i svjetlina i kontrast. Na uzorku 10 svjetlina je povećana na 36, a kontrast na 37. Kod uzorka broj 13 svjetlina je povećana za 20, a kontrast za 27. Na uzorku 7 svjetlina je povećana za 29, a kontrast za 8. Kod uzorka 17 svjetlina i kontrast nisu manipulirani. Na uzorku 9 svjetlina je povećana na 14, a kontrast na 6.

Četvrto mjerno polje predstavlja plavu boju koja zauzima većinu ambalaže i prepoznatljiva je boja za Orbit. Prikazani graf na slici 44 pokazuje promjenu u zasićenosti boje. Stvarnu udaljenost između točaka koristimo izraz za  $\Delta E^*$ .

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$\Delta E^*$  računamo između točke uzorka 10 koji je prema ispitanicima najbliži stvarnoj boji Orbit ambalaže i svake sljedeće točke.

$$\Delta E^*_{10,13} = 1,843$$

$$\Delta E^*_{10,7} = 1,233$$

$$\Delta E^*_{10,17} = 8,015$$

$$\Delta E^*_{10,9} = 5,003$$

$$\Delta E^*_{17,9} = 10,794$$

## Diskusija

Na slici 44 prikazan je graf na kojem se uspoređuju pozicije krajnjih točaka CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednosti za Orbit. Kod točaka 10, 7 i 17 prisutno je blago povećanje zasićenja boje. U točki 9 postoji odmak u tonu boje što dokazuje vrijednost  $\Delta E^*_{17,9} = 10,794$  što prema tablici broj 6 znači da je razlika u boji i više nego očigledna. Između točaka za uzorke 10 i 17 razlika u boji također je vrlo očigledna. Između uzoraka 10 i 13 koji su zauzeli prvo i drugo mjesto po izboru ispitanika imaju samo ne bitnu promjenu u razlikama boja. Sve točke nalaze se u prvom kvadrantu, a usporedimo tablicu broj 10 uočavamo da je za uzorak 9 cijan boja ima najmanje ulazne vrijednosti stoga je ona najmanje zasićena od svih točaka. Za magentu kod točaka 10, 13, 7, 17 vrijednosti također nisu manipulirane u većim rasponima stoga se točke nalaze u plavo ljubičastom prostoru boja.

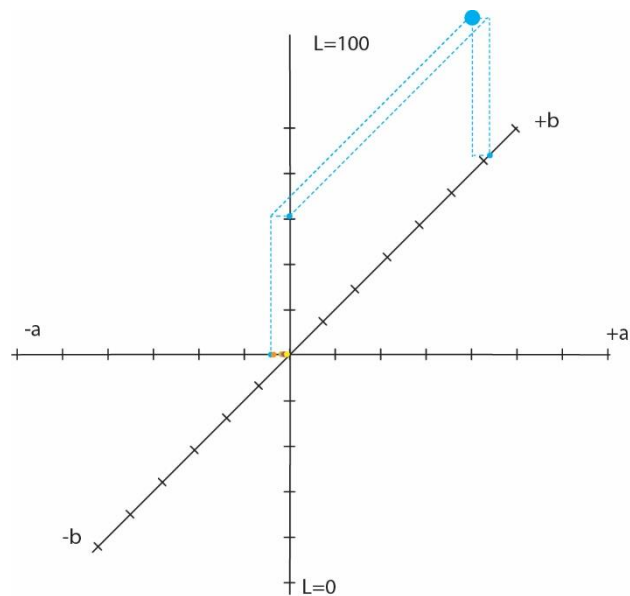
## 4.4. Nesquik

Tablica 11. Prikaz CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednosti za proizvod Nesquik

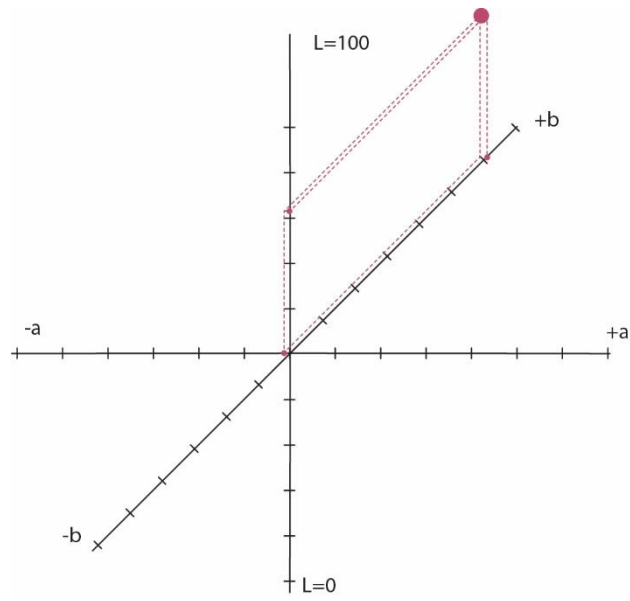
Broj u-zorka	Četvrto polje
4	$L^*=84.37$ $a^*=-3.70$ $b^*=67.01$
14	$L^*=84.11$ $a^*=-3.22$ $b^*=64.38$
8	$L^*=82.26$ $a^*=-2.63$ $b^*=63.19$
7	$L^*=81.66$ $a^*=-4.50$ $b^*=62.91$
16	$L^*=85.06$ $a^*=-3.85$ $b^*=61.35$



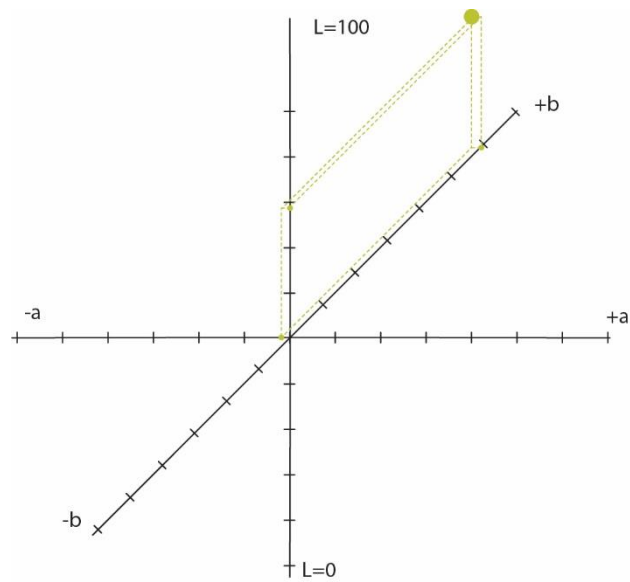
Slika 46. Prikaz odabranih uzoraka 4, 14, 8, 7, 16



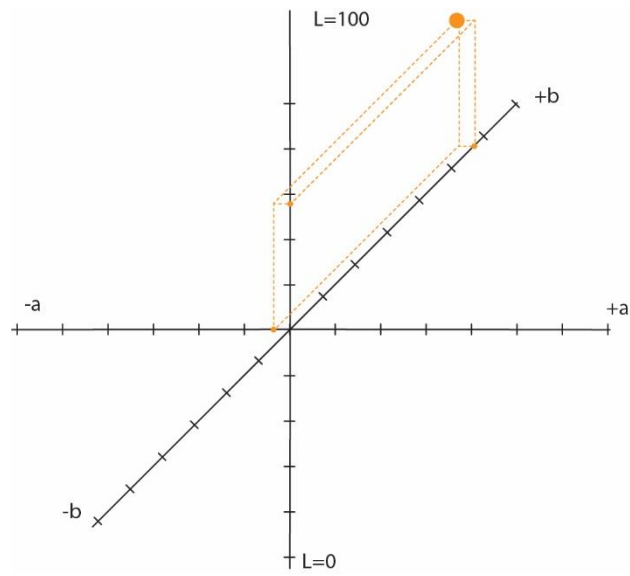
Slika 47. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 4



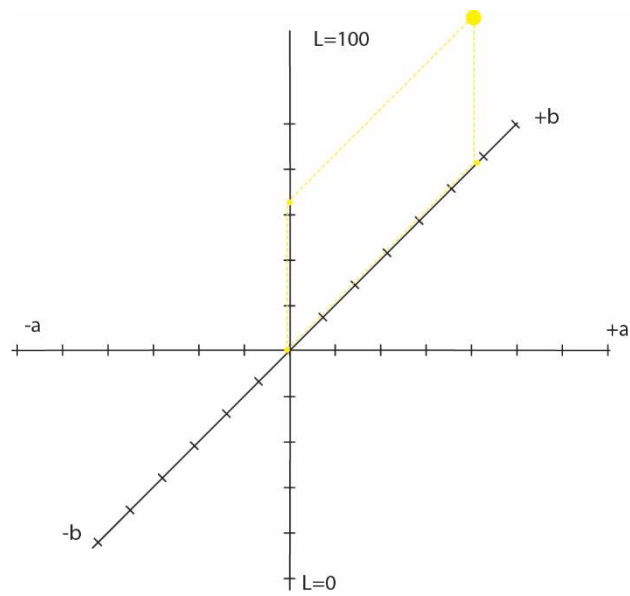
Slika 48. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 14



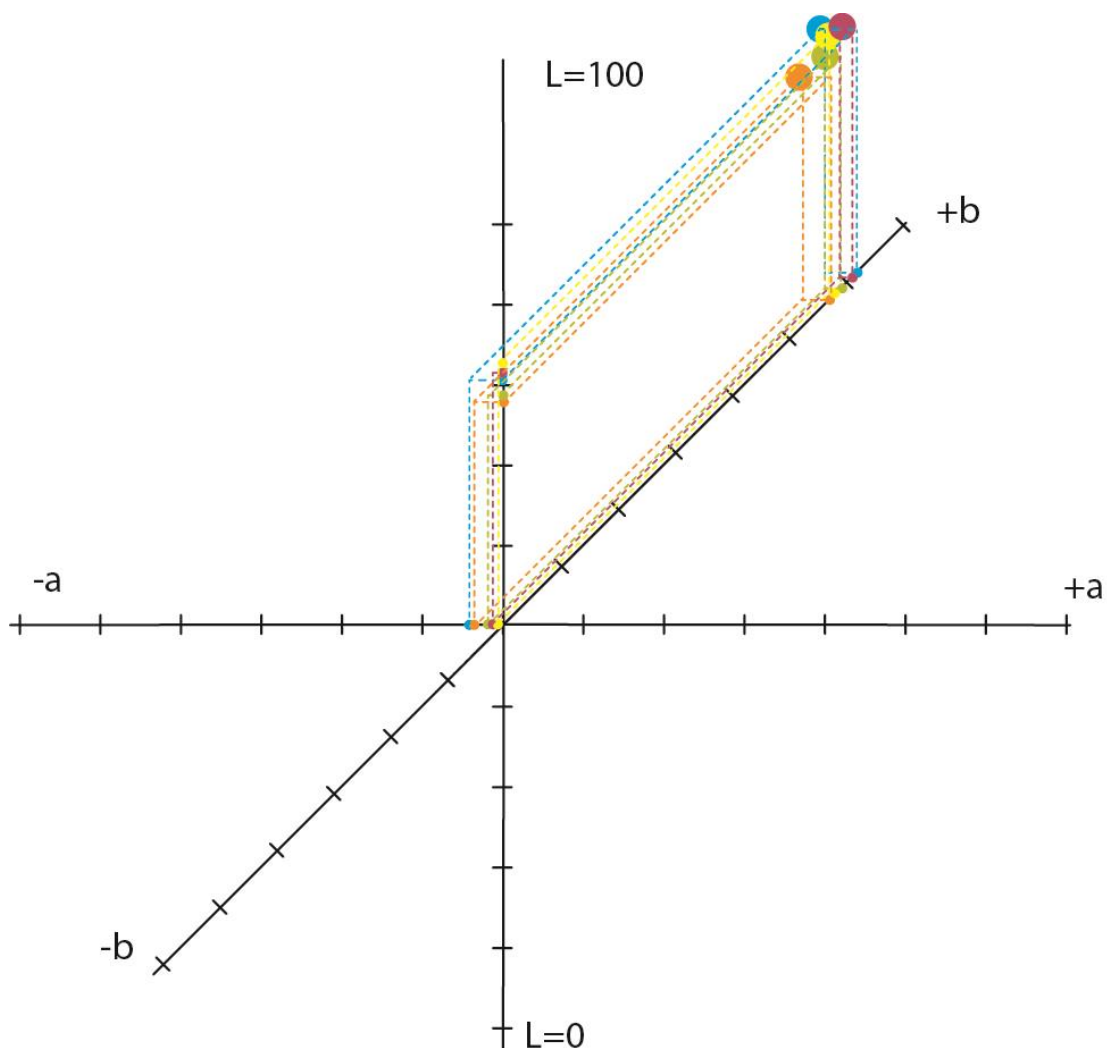
Slika 49. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 8



Slika 50. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 7



Slika 51. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 16



Slika 52. Prikaz grafa za CIE Lab vrijednosti četvrtog polja svih uzoraka proizvoda Nesquik



Slika 53. Legenda za točke proizvoda Nesquik

Tablica 12. Prikaz vrijednosti manipulacije bojom za opciju Curves

<b>4</b>	O	I	<b>14</b>	O	I	<b>8</b>	O	I	<b>7</b>	O	I	<b>16</b>	O	I
CMYK	99	95	CMYK	8	83	CMYK	95	95	CMYK	94	94	CMYK	85	77
<b>C</b>	91	98	<b>C</b>	80	90	<b>C</b>	91	100	<b>C</b>	92	93	<b>C</b>	76	87
<b>M</b>	92	96	<b>M</b>	86	92	<b>M</b>	100	90	<b>M</b>	99	89	<b>M</b>	87	87
<b>Y</b>	94	98	<b>Y</b>	85	92	<b>Y</b>	92	100	<b>Y</b>	95	85	<b>Y</b>	75	69

Na slikama od 47 do 51 prikazani su grafovi s CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednostima i njezinim krajnjim točkama za proizvod Nesquik. U tablici broj 12 prikazane su vrijednosti

dobivene prilikom manipulacije bojom pomoću alata *Curves* za odabrane proizvode. Osim alata *Curves* boja je manipulirana pomoću alata *Brightness/Contrast* te *Color balance*. Na uzorku broj 4 svjetlina je povećana za 20 i kontrast za 17. Na uzorku broj 14 svjetlina je povećana za 20, a kontrast za 19. Na uzorku 8 svjetlina je povećana na 3 i kontrast 14, dok je pomoću alata *Color balance* cijan +1, magenta -1 i žuta -53. Kod uzorka 7 svjetlina je povećana na 12 i kontrast na 9. Na zadnjem uzorku broj 16 svjetlina je povišena za 33 i kontrast za 16, dok je s alatom *Color balance* cijan +5, magenta -5 i žuta -15.

Četvrto mjerno polje predstavlja boju većinskog dijela ambalaže. Prikazani graf na slici 52 pokazuje povećanje zasićenosti u boji dok se između točaka za uzorke 8 i 16 pojavljuje razlika u tonu. Kako bi uvidjeli stvarnu razliku između boja računamo  $\Delta E^*$  između najudaljenije točke uzorka 4 te svake sljedeće i između točaka uzoraka 8 i 16 zbog promjene tona.

$$\Delta E^* = [ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 ]^{1/2}$$

$$\Delta E^*_{4,14} = 2,686$$

$$\Delta E^*_{4,8} = 4,493$$

$$\Delta E^*_{4,7} = 4,979$$

$$\Delta E^*_{4,16} = 5,703$$

$$\Delta E^*_{8,16} = 3,565$$

## Diskusija

Na slici 52 prikazan je graf za krajnje točke proizvoda Nesquik. Sve točke proizvoda nalaze se visoko u prvom kvadrantu koji označava žutu boju. Sama pozicija točaka govori o vrlo velikoj zasićenosti bojom dok vrijednosti za  $\Delta E^*$  između točaka prema tablici broj 6 ukazuju na vidljive promjene u boji. Između točaka za uzorak 4, koji su ispitanici izabrali kao najsličniji originalu, i uzorak 16 razlika je i više nego očigledna. Ako to usporedimo vrijednostima postignutim manipulacijom pomoću alata *Curves* uzorak 16 ima najviše smanjen udio žute i iz tog razloga njegova zasićenost je najmanja.

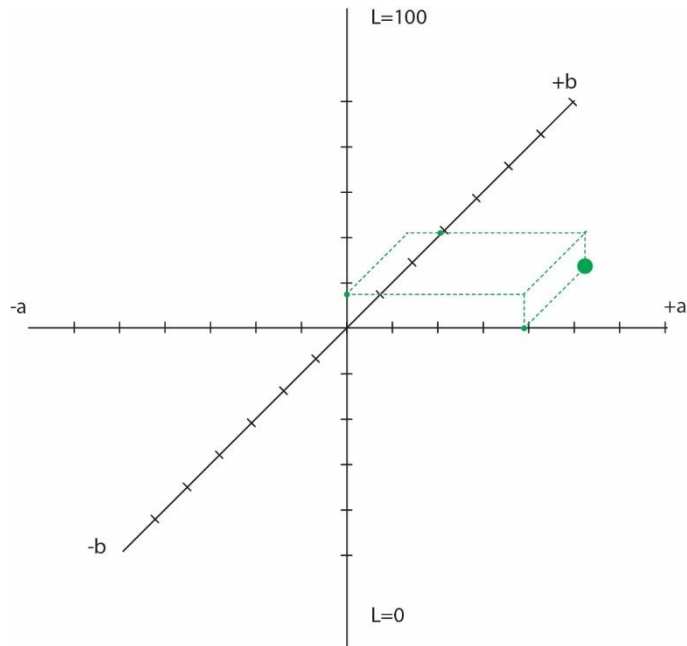
## 4.5. Cedevida

Tablica 13. Prikaz CIE L\*a\*b\* vrijednosti za proizvod Cedevida

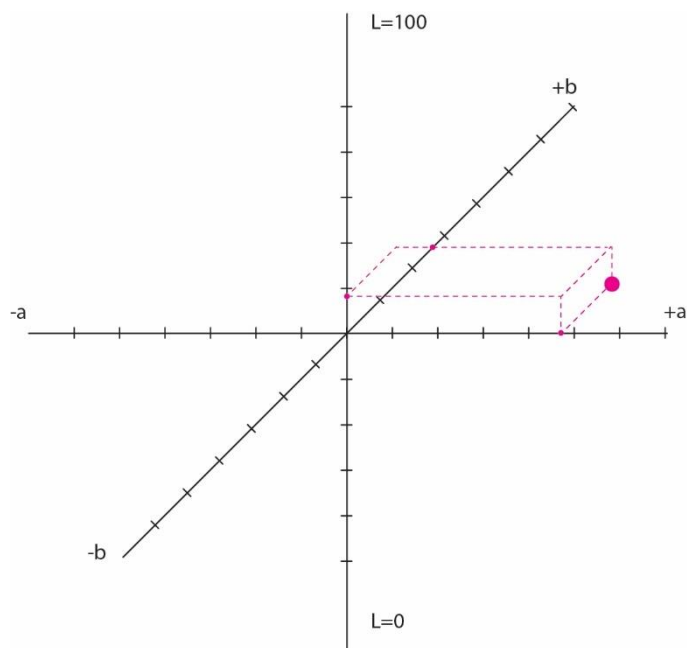
Broj u-zorka	Četvrto polje
5	L*=59.62 a*=40.42 b*=34.45
9	L*=59.09 a*=47.26 b*=27.92
13	L*=64.04 a*=37.88 b*=35.41
7	L*=63.95 a*=36.88 b*=29.06
6	L*=58.75 a*=39.53 b*=29.60



Slika 54. Prikaz odabраних uzoraka 5, 9, 13, 7, 6

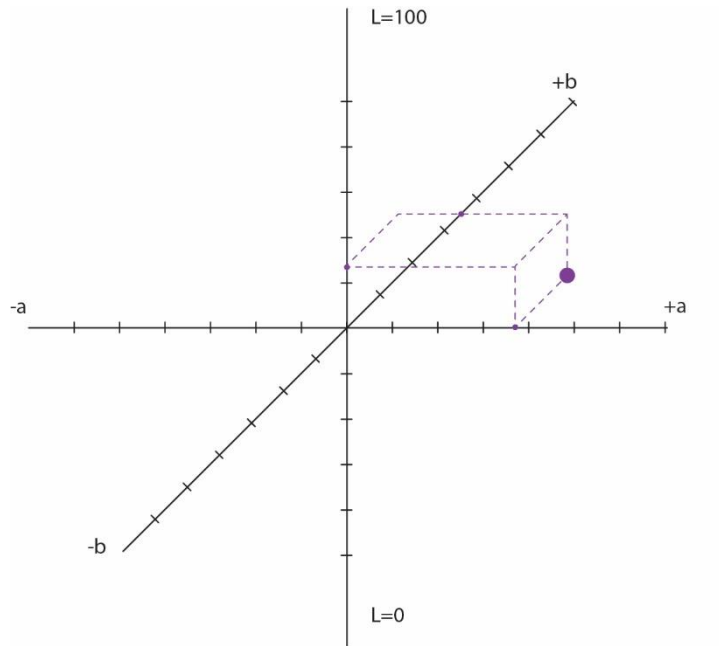


Slika 55. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 5

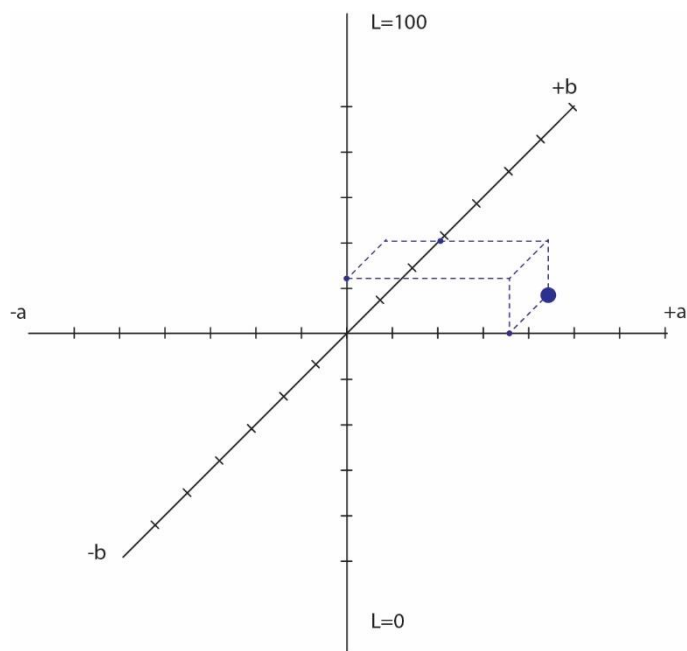


Slika 56. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 9

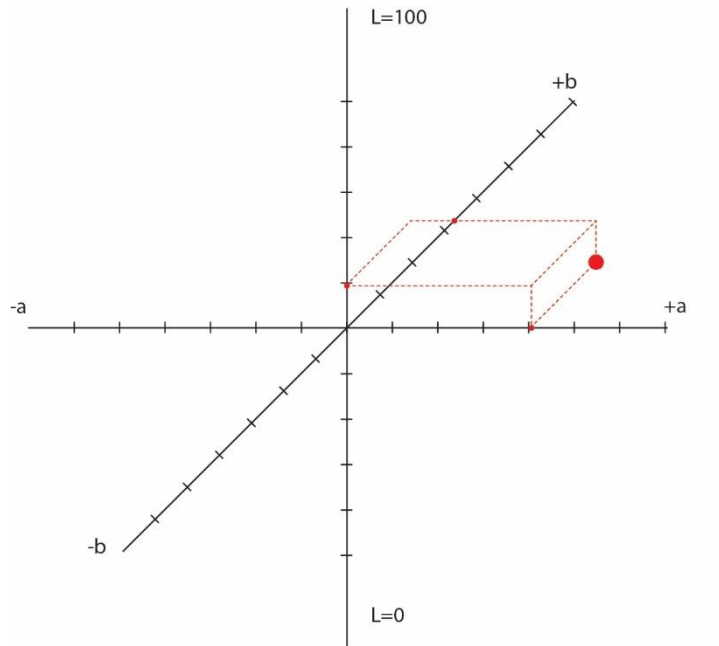




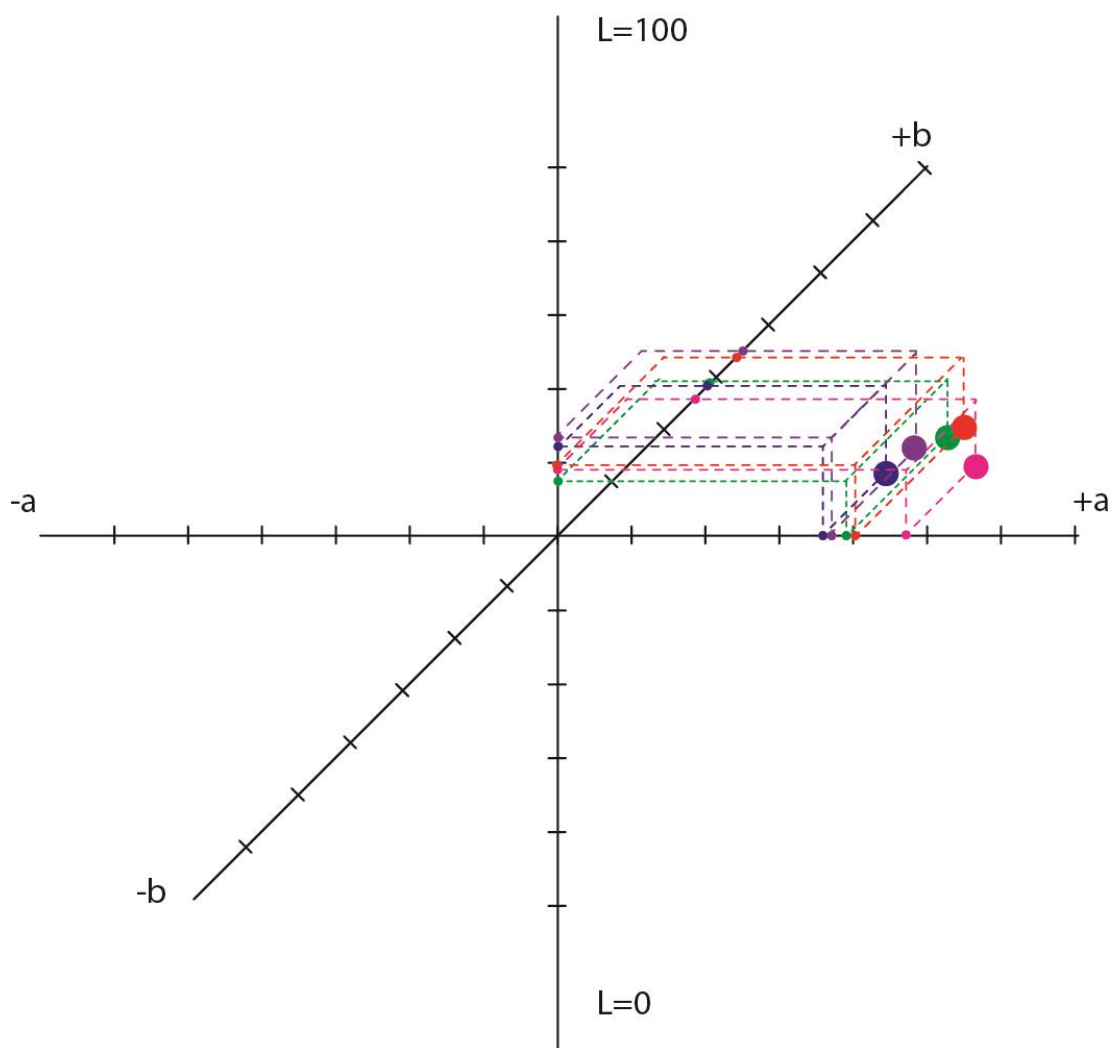
Slika57. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 13



Slika 58. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 7



Slika 59. Prikaz grafa za četvrto mjerno polje uzorka 6



Slika 60. Prikaz grafa za CIE Lab vrijednosti četvrtog polja svih uzoraka proizvoda Cedevita



Slika 61. Legenda za točke proizvoda Cedevita

Tablica 14. Prikaz vrijednosti manipulacije bojom za opciju Curves

<b>5</b>	O	I	<b>9</b>	O	I	<b>13</b>	O	I	<b>7</b>	O	I	<b>6</b>	O	I
CMYK	90	94	CMYK	82	89	CMYK	85	97	CMYK	84	96	CMYK	87	91
<b>C</b>	88	93	<b>C</b>	81	87	<b>C</b>	53	73	<b>C</b>	82	89	<b>C</b>	87	95
<b>M</b>	88	98	<b>M</b>	83	86	<b>M</b>	80	89	<b>M</b>	91	98	<b>M</b>	89	98
<b>Y</b>	97	92	<b>Y</b>	85	91	<b>Y</b>	95	99	<b>Y</b>	89	93	<b>Y</b>	79	83

Osim digitalne manipulacije bojama pomoću alata *Curves*, na uzorcima se još manipuliralo s alatima *Brightness/Contrast* te *Color balance*. Na uzorku broj 5

Svjetlina je povećana na 8 i kontrast na 13. Kod uzorka broj 9 svjetlina je povećana na 14, a kontrast na 26. Kod uzorka 9 također je promijenjen balans boja za cijan +9, magenta -10 te za žutu -10. Kod uzorka broj 13 svjetlina i kontrast su povećani na 17. Kod uzorka broj 7 svjetlina je povećana na 12 i kontrast na 15. Na uzorku 6 svjetlina je povećana samo za 3, dok je kontrast povećan za 12.

Izrazom  $\Delta E^*$  računa se stvarna udaljenost između točaka. Na slici 60 prikazan je graf koji pokazuje promjene u zasićenosti boje između uzoraka, dok se kod točke za uzorak broj 9 uočava promjena u tonu u odnosu na točku uzorka broj 6.  $\Delta E^*$  računamo između točke uzorka 5, koji su ispitanici izabrali kao uzorak najbliži originalnoj boji Cedevite, te svake sljedeće. Između točaka za uzorke 9 i 6 računa se stvarna udaljenost radi promjene u tonu.  $\Delta E^*$  računamo pomoću izraza

$$\Delta E^* = [ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 ]^{1/2}$$

$$\Delta E^*_{5,9} = 9,471$$

$$\Delta E^*_{5,13} = 5,187$$

$$\Delta E^*_{5,7} = 7,767$$

$$\Delta E^*_{5,6} = 5,007$$

$$\Delta E^*_{9,6} = 7,917$$

### **Diskusija**

Na slici 60 prikazan je graf s krajnjim točkama za proizvod Cedevita. Točke na grafu nalaze se u prvom kvadrantu na području narančastih tonova, između žute i crvene. Ako se pogledaju pozicije točaka može se uočiti promjena u zasićenosti boja. Najzasićenija točka je točka uzorka 6 koja je prema bodovima zauzela zadnje mjesto po mišljenju ispitanika o sličnosti s originalnom bojom Cedevite. Točka uzorka 5 koji je prema mišljenju ispitanika najbliži originalnoj boji Cedevite. Prema vrijednostima dobivenim za izraz  $\Delta E^*$  vidljivo je da su razlike u bojama vrlo očigledne.

## 5. ZAKLJUČCI

U grafičkoj industriji svakodnevno se teži ka što kvalitetnijim i vjerodostojnijim reprodukcijama. Iako je tehnologija jako uznapredovala niz parametara utječe na krajnji rezultat i ponekad ih je teško predvidjeti i na vrijeme spriječiti ili izbjeći.

Najbitniji faktor na kraju svega je kupac. Kupac određuje hoće li nešto kupiti ili ne, a na njegovu odluku utječe osobni stav o boji, a isto tako kvaliteta reprodukcije. Pokazalo se da boja ima jako veliki utjecaj na odabir hrane i da promjene u boji ambalaže hrane mogu odbiti kupca jer ju smatra pokvarenom, odstajalom itd.

Ovim istraživanjem zaključeno je da kupci, odnosno potrošači koji su ispunjavali anketu u svrhu ovog diplomskog rada imaju u podsvijesti doživljaj boja kao dosta zasićene boje. U ovom istraživanju radi se o pet različitih proizvoda pet različitih boja. Odabrani proizvodi Milka, Dorina, Orbit, Nesquik i Cedevita su proizvodi koji su poznati široj masi i koje šira masa često konzumira.

Prilikom istraživanja zaključeno je da u slučaju Milka čokolade ispitanici/potrošači vrlo dobro raspoznaju promjene u tonu boje na ponuđenim uzorcima. Tako su od ponuđenih uzoraka oni u kojima je bila veća vrijednost cijan boje eliminirali, odnosno nisu odabrani i povezani sa Stvarnom bojom Milke.

Kod ostalih proizvoda, promjene u zasićenosti boje bile su vrlo vidljive. Ispitanici, odnosno potrošači, češće su izabirali zasićenije uzorke jer tako doživljavaju stvaran proizvod.

Standardni prosječni promatrač kod nekih boja teže može procijeniti nalazi li se u nekoj boji udio neke druge, ali promjene u zasićenosti i svjetlini vrlo lako raspoznaje. Ispitanici su eliminirali presvijetle uzorke i uzorke s prevelikim odstupanjima u boji. To znači da ako ispitanik ili potrošač u svojoj glavi ima jednu predodžbu o nekoj boji i ako mu se ponudi drugačiji prikaz, on ju neće odabrati.

## 6. LITERATURA

[1] M. Milković, I. Zjakić, Psihologija boja, Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2010.

[2] <http://www.studij dizajna.com/tkoscic/boje.pdf> , 1.8.2016.

[3] I. Zjakić, Upravljanje kvalitetom ofetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada Zagreb, 2007.

[4] I. Zjakić, Tehničko uređivanje u procesu izrade knjige, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2013.

[5] Kipphan H., Handbook of Print Media, Springer, Berlin, 2001.

[6] [https://bib.irb.hr/datoteka/430673.ink\\_jet\\_1.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/430673.ink_jet_1.pdf)

## 7. PRILOZI



Prilog 1. Uzorci od 1 do 12 za proizvod Milka



Prilog 2. Uzorci od 13 do 20 za proizvod Milka





A

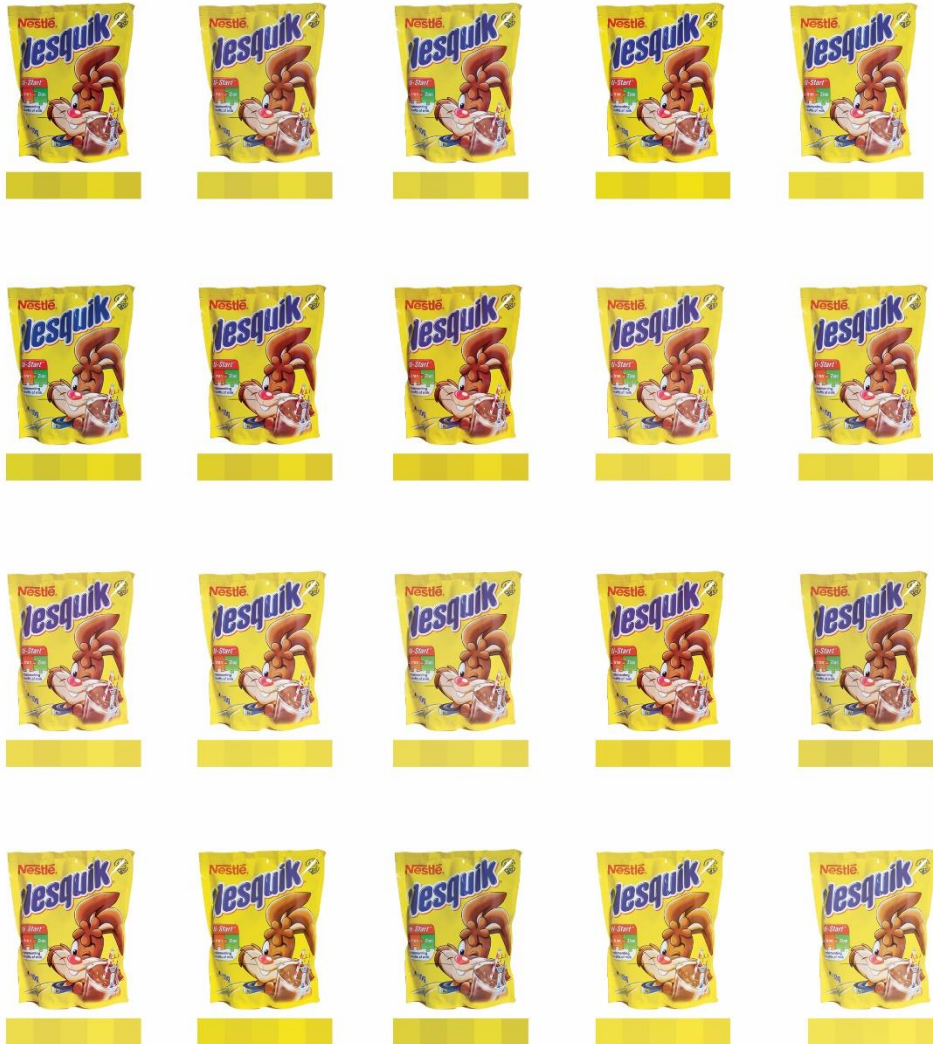
Prilog 3. Uzorci od 1 do 10 za proizvod Dorina



Prilog 4. Uzorci od 11 do 20 za proizvod Dorina



*Prilog 5. Uzorci od 1 do 20 za proizvod Orbit*



Prilog 6. Uzorci od 1 do 20 za proizvod Nesquik



Prilog 7. Uzorci od 1 do 15 za proizvod Cedevida

MILKA

1	Output	Input
CMYK	96	98
C	96	98
M	96	98
Y	96	98
B: 11		C: 11

2	Output	Input
CMYK	95	98
C	95	97
M	97	92
Y	93	98
B: 14		C: 14

3	Output	Input
CMYK	93	97
C	94	96
M	92	96
Y	93	96
B: 20		C: -8

4	Output	Input
CMYK	90	96
C	90	97
M	95	98
Y	90	96
B: 5		C: -11

5	Output	Input
CMYK	89	94
C	92	97
M	95	97
Y	88	99
B: 15		C: -3

6	Output	Input
CMYK	88	93
C	89	94
M	94	99
Y	93	88
B: 18		C: -5

7	Output	Input
CMYK	88	92
C	87	97
M	89	97
Y	85	97
B: 18		C: 5

8	Output	Input
CMYK	84	95
C	86	98
M	91	87
Y	85	94
B: 20		C: -11

9	Output	Input
CMYK	85	98
C	88	98
M	86	89
Y	87	88
B: 6		C: -7

10	Output	Input
CMYK	82	96
C	85	96
M	97	94
Y	/	/
B: 5		C: -10

11	Output	Input
CMYK	82	94
C	82	96
M	93	97
Y	94	98
B: 8		C: -12

12	Output	Input
CMYK	85	90
C	80	94
M	88	82
Y	/	/
B: 18		C: -15

13	Output	Input
CMYK	85	88
C	79	94
M	89	88
Y	95	94
B: 18		C: 6

14	Output	Input
CMYK	86	89
C	76	90
M	87	86
Y	94	95
B: 23		C: 0

15	Output	Input
CMYK	/	/
C	80	98
M	/	/
Y	/	/
B: 18		C: -8 / 15

16	Output	Input
CMYK	84	89
C	76	92
M	89	93
Y	91	96
B: 20		C: 9

17	Output	Input
CMYK	84	93
C	91	100
M	95	93
Y	95	99
B: 6		C: 10

18	Output	Input
CMYK	89	96
C	79	96
M	86	89
Y	84	78
B: 18		C: -8 / 15

19	Output	Input
CMYK	85	88
C	73	96
M	94	97
Y	92	98
B: 20		C: 4 / 32

20	Output	Input
BLACK CMYK	75	83
C	78	96
M	95	95
Y	/	/
B: 24		C: 11

Prilog 8. Vrijednosti za digitalnu manipulaciju na proizvodu Milka

DORINA

1	Output	Input	2	Output	Input	3	Output	Input
CMYK	96	96	CMYK	94	96	CMYK	96	94
C	95	98	C	92	98	C	94	90
M	95	98	M	94	97	M	91	97
Y	95	97	Y	94	98	Y	98	93
B: 8	C: 3		B: 15	C: -5		B: 14	C: -8	
4	Output	Input	5	Output	Input	6	Output	Input
CMYK	92	95	CMYK	100	100	CMYK	95	95
C	/	/	C	/	/	C	/	/
M	95	100	M	95	98	M	91	92
Y	/	/	Y	/	/	Y	92	97
B:	C:		B:	C:		B: 32	C: 20	
7	Output	Input	8	Output	Input	9	Output	Input
<del>BLACK</del> CMYK	89	98	<del>BLACK</del> CMYK	88	92	<del>BLACK</del> CMYK	82	94
C	/	/	C	/	/	C	56	78
M	95	99	M	91	93	M	91	93
Y	98	96	Y	96	92	Y	93	91
B: 15	C: -6		B: 8	C: 3		B: 5	C: 8	
10	Output	Input	11	Output	Input	12	Output	Input
CMYK	95	92	<del>BLACK</del> CMYK	77	86	CMYK	93	97
C	/	/	C	78	83	C	60	80
M	96	95	M	96	98	M	87	97
Y	/	/	Y	99	96	Y	92	95
B:	C:		B: 32	C: 9		B: 15	C: 22	
13	Output	Input	14	Output	Input	15	Output	Input
<del>BLACK</del> CMYK	82	87	CMYK	93	93	CMYK	96	97
C	63	77	C	43	58	C	49	78
M	94	99	M	/	/	M	/	/
Y	95	87	Y	/	/	Y	/	/
B: 20	C: 2 / 15, -18		B:	C:		B: 44	C: -12	
16	Output	Input	17	Output	Input	18	Output	Input
<del>BLACK</del> CMYK	70	87	CMYK	91	96	CMYK	/	/
C	58	69	C	44	65	C	19	89
M	79	98	M	/	/	M	95	96
Y	89	82	Y	/	/	Y	95	100
B: 24	C: 20		B: 36	C: -14		B:	C:	
19	Output	Input	20	Output	Input	④ F B11 C9 colorbalance 12, 9, -3 ⑤ colorbalance 11, -4, -5 ⑥ H: 2, 59 L: 11, B11 C: 6 ⑦ Levels 0, 1, 05, 250 B: 15 C: 14 curves ⑧ colorbalance +13, -8, -15		
CMYK	/	/	<del>BLACK</del> CMYK	63	90			
C	80	91	C	51/81	84/87			
M	97	98	M	96/93	97/99			
Y	/	/	Y	99/93	80/92			
B: -5/11	C: 17/14		B: 11	C: -3				

Prilog 9. Vrijednosti za digitalnu manipulaciju na proizvodu Dorina

ORBIT

1	Output	Input
CMYK	97	97
C	98	97
M	95	100
Y	/	/
B: 9		C: 5

2	Output	Input
CMYK	95	98
C	96	96
M	94	96
Y	/	/
B: 14		C: 7

3	Output	Input
CMYK	94	91
C	95	93
M	93	100
Y	/	/
B: 20		C: 14

4	Output	Input
CMYK	92	96
C	90	92
M	89	95
Y	/	/

5	Output	Input
CMYK	91	98
C	93	98
M	91	100
Y	/	/
B: 23		C: -5

6	Output	Input
CMYK	89	97
C	89	92
M	90	96
Y	/	/
B: 33		C: -7

7	Output	Input
CMYK	81	93
C	85	90
M	85	97
Y	/	/
B: 29		C: 8

8	Output	Input
CMYK	85	95
C	80	93
M	80	98
Y	/	/
B: 35		C: 18

9	Output	Input
CMYK	88	95
C	79	97
M	86	100
Y	/	/
B: 14		C: 6

10	Output	Input
CMYK	87	95
C	86	97
M	94	100
Y	/	/
B: 36		C: 37

11	Output	Input
CMYK	99	95
C	91	93
M	95	99
Y	/	/
B: 3		C: 2

12	Output	Input
CMYK	93	91
C	93	97
M	92	98
Y	/	/
B: 17		C: -10

13	Output	Input
CMYK	89	99
C	88	100
M	89	94
Y	/	/
B: 20		C: 27

14	Output	Input
CMYK	86	94
C	84	89
M	89	100
Y	/	/
B: 17		C: -4

15	Output	Input
CMYK	90	90
C	81	84
M	82	100
Y	/	/
B: 18		C: -11

16*	Output	Input
CMYK		
C		
M		
Y		

17	Output	Input
CMYK	94	98
C	95	93
M	92	99
Y	/	/

18	Output	Input
CMYK	89	93
C	95	93
M	86	93
Y		

B: 12  
C: -7

19	Output	Input
CMYK	90	97
C	92	96
M	90	98
Y	/	/
B: 12		C: 24

20	Output	Input
CMYK		
C		
M		
Y		

original

\*16. I Color balance -21, +6, +29  
II B: 27 C: -5  
17. I B: 21 C: -9  
II Curves

Prilog 10. Vrijednosti za digitalnu manipulaciju na proizvodu Orbit



1	Output	Input
CMYK	96	92
C	96	92
M	97	91
Y	96	91
B: 6 C: 6		

2	Output	Input
CMYK	90	95
C	90	90
M	97	95
Y	97	93
B: 11 C: 7		

3	Output	Input
CMYK	90	96
C	100	92
M	100	92
Y	95	95
B: 15 C: 12		

4	Output	Input
CMYK	99	95
C	91	98
M	92	96
Y	94	98
B: 20 C: 17		

5	Output	Input
CMYK	93	97
C	92	97
M	93	97
Y	92	98
B: 26 C: 20		

6	Output	Input
CMYK	100	95
C	95	95
M	94	100
Y	91	96
B: 14 C: 3		

7	Output	Input
CMYK	94	94
C	92	93
M	99	89
Y	95	85
B: 12 C: 9		

8	Output	Input
CMYK	95	95
C	91	100
M	100	90
Y	92	100
B: 3 C: 14		

9	Output	Input
CMYK	92	100
C	87	98
M	93	92
Y	93	94
B: 24 C: 9		

10	Output	Input
CMYK	93	98
C	92	98
M	92	96
Y	91	100
B: 23 C: 13		

11	Output	Input
CMYK	86	95
C	86	98
M	93	93
Y	88	97
B: 20 C: 13		

12	Output	Input
CMYK	87	90
C	85	98
M	92	100
Y	87	90
B: 33 C: 13		

13	Output	Input
CMYK	84	87
C	80	98
M	86	96
Y	86	93
B: 23 C: 7		

14	Output	Input
CMYK	86	83
C	80	90
M	86	92
Y	85	92
B: 20 C: 19		

15	Output	Input
CMYK	86	89
C	82	95
M	81	95
Y	78	90
B: 6 C: 22		

16	Output	Input
CMYK	85	77
C	76	87
M	87	87
Y	75	69
B: 33 C: 16		

17	Output	Input
CMYK	/	/
C	78	90
M	80	93
Y	94	82
B: 17 C: 26		

18	Output	Input
CMYK	93	95
C	89	92
M	86	94
Y	92	97
B: 6 C: 7		

19	Output	Input
CMYK	88	91
C	83	96
M	85	95
Y	90	70
B: 36 C: 14		

20	Output	Input
CMYK	83	92
C	77	93
M	83	100
Y	84	89
B: 23 C: 45		

- ③ color balance +8, -1, -53
- ④ color balance +5, -9, -12
- ⑤ color balance +6, -8, -16
- ⑥ color balance +19, -19, -21
- ⑦ color balance 14, -9, -17
- ⑧ color balance +5, -5, -15
- ⑨ color balance +11, +12, -10

Prilog 11. Vrijednosti za digitalnu manipulaciju na proizvodu Nesquik

CEDEVITA

1	Output	Input	2	Output	Input	3	Output	Input
CMYK	98	97	CMYK	95	96	CMYK	92	95
C	96	98	C	95	97	C	91	95
M	97	98	M	95	97	M	93	97
Y	98	98	Y	94	97	Y	93	96
B: 3 C: 7			B: 9 C: 11			B: 18 C: 15		
4	Output	Input	5	Output	Input	6	Output	Input
CMYK	91	100	CMYK	90	94	CMYK	87	91
C	89	95	C	88	93	C	87	95
M	90	95	M	88	98	M	89	98
Y	92	95	Y	97	92	Y	92	83
B: 35 C: 10			B: 8 C: 13			B: 3 C: 12		
7	Output	Input	8	Output	Input	9	Output	Input
CMYK	84	96	CMYK	82	95	CMYK	82	89
C	82	89	C	83	84	C	81	87
M	91	98	M	86	93	M	83	86
Y	89	93	Y	/	/	Y	85	91
B: 12 C: 15			B: 14 C: -3			B: 14 C: 26		
10	Output	Input	11	Output	Input	12	Output	Input
CMYK	87	93	CMYK	87	95	CMYK	78	94
C	82	84	C	72	78	C	75	87
M	83	98	M	86	89	M	78	91
Y	93	93	Y	88	82	Y	/	/
B: 14 C: 6			B: 45 C: 20			B: 32 C: 17		
13	Output	Input	14	Output	Input	15	Output	Input
CMYK	85	97	CMYK	76	91	CMYK	78	98
C	53	73	C	37	69	C	42	71
M	80	89	M	76	93	M	66	88
Y	95	99	Y	87	79	Y	/	/
B: 17 C: 17			B: 11 C: 22			B: 11 C: -9		
	Output	Input		Output	Input		Output	Input
CMYK			CMYK			CMYK		
C			C			C		
M			M			M		
Y			Y			Y		
	Output	Input		Output	Input	③ Xolorbalance +9, -10, -10		
CMYK			CMYK					
C			C					
M			M					
Y			Y					

Prilog 12. Vrijednosti za digitalnu manipulaciju na proizvodu CedeVita