

# Vizualna percepcija boja na transparentnim etiketama

---

Škada, Branimir

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:179400>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





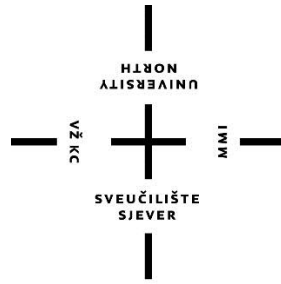
# Sveučilište Sjever

Diplomski rad br. 5/AMB/2019

## **Vizualna percepcija boja na transparentnim etiketama**

Branimir Škada, 0643/336D

Koprivnica, rujan 2019.



# Sveučilište Sjever

Odjel za ambalažu

Diplomski rad br. 5/AMB/2019

## Vizualna percepcija boja na transparentnim etiketama

### **Student**

Branimir Škada, 0643/336D

### **Mentor**

doc. dr. sc. Krunoslav Hajdek

Koprivnica, rujan 2019.

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za ambalažu

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Ambalaža

PRISTUPNIK Branimir Škada

MATIČNI BROJ 0643/336D

DATUM 23.05.2019.

KOLEGIJ Reprodukcijski procesi u ambalažnoj industriji

NASLOV RADA Vizualna percepcija boja na transparentnim etiketama

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Visual perception of color on transparent labels

MENTOR dr. sc. Krunoslav Hajdek

ZVANJE Docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. doc.dr.sc. Mile Matijević-predsjednik
2. doc.dr.sc. Dean Valdec-član
3. doc.dr.sc. Krunoslav Hajdek-mentor
4. doc.dr.sc. Petar Mijjković-komentor
5. doc.art. Robert Geček-zamjenski član

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 5/AMB/2019

OPIS

Vizualna percepcija boja je subjektivne prirode, te se kao takvo, znatno može mijenjati utjecajem raznih čimbenika poput kuta gledanja, različitih spektara osvjetljenja, boje podloge, kombinacijama boja, veličinama motiva i slično. Ljudsko oko nije savršeno, te se raznim iluzijama oko može prevariti i na taj način čovjek doživi boju na neki drugačiji način. Um često zabilježi prvobitno doživljaj, iako kasnije vidi neki drugi motiv. Zbog toga dizajneri trebaju biti oprezni kod izrade svojih rješenja kako ne bi prenijeli pogrešnu poruku. Vrlo je bitno da se u obzir uzimaju svi čimbenici koji bi mogli utjecati na doživljaj nekog dizajna, te je zbog toga preporuka da se kod izrade designa komunicira sa tiskarom i vodi računa o tome kako će se neko idejno rješenje prenjeti s ekrana na tiskovni medij. Izmjerene vrijednosti boja ne znače nužno jednaki vizualni doživljaj boje upravo zbog raznih čimbenika koji utječu na njihovu percepciju. Navedena hipoteza će se u radu dokazati kroz teoriju i konkretne primjere podkrijepljene mjerenjima. Transparentne etikete uvelike ovise o samoj podlozi tiska, kao i o krajnjoj podlozi pakovine na koju se aplicira. Sama veličina etiketa sa jednakim motivima često daje drugačiju vizualnu percepciju, iako se radi o istim vrijednostima boja. Dakle, neki puta se vjernije osloniti na vizualni doživljaj boje nego na izmjerene vrijednosti.

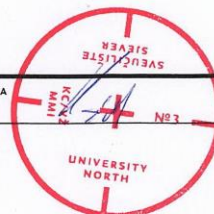
U radu je potrebno:

- Objasniti utjecaj dizajna idejnog rješenja prilikom prelaska iz jednog medija u drugi
- Izraditi i provesti istraživanje o utjecaju vizualne percepcije promatrača na transparentnim etiketama
- Prikazati dobivene rezultate, provesti diskusiju rezultata i napraviti zaključak

ZADATAK URUČEN

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SIEVER



## Sažetak

Kada govorimo o bojama, zapravo govorimo o osjetu kojeg preko oka dobivamo u mozak te ga na taj način doživljavamo. Doživljaj boje je subjektivan i svatko ga može doživjeti na svoj način. Kako ljusko oko stvara sliku, ono zapravo pojednostavljuje sitne detalje sjedinjujući ih u cjelinu i na taj način prikazuje stvarnu sliku, tj. ono što vidimo. Upravo zbog toga, oko je lako prevariti da ne vidi nešto što je vidljivo. To se može postići raznim iluzijama boja, sjena, linija, kuta gledanja, podlogama i sl. Um je moguće lako zavarati raznim iluzijama, te nam se tako često utisne prvobitan doživljaj iako kasnije vidimo neko drugi motiv. Zbog toga dizajneri trebaju biti oprezni, da se ne postigne neželjeni efekt i da se ne prenese pogrešna poruka.

Tako se u proizvodnji ambalaže često nailazi na problem upravo zbog doživljaja boja, kada se određuju boje nekog novog proizvoda vizualnom metodom. Ovakav oblik ambalaže najčešće se izrađuje u tehnici fleksotiska koju je potrebno dobro poznavati zbog svojih specifičnosti. Dizajneri zanemaruju zakonitosti određene tehnike tiska, tj. kako će nešto sa ekrana prenijeti na tiskovni medij i kako će se njihova ideja dizajna odraditi u procesu tiska. Iako postoje razni mjerni uređaji od kojih se najčešće koriste denzitometar i spektrofotometar, često vizualan dojam daje drugačije rezultate od izmjerenih. Bilo da se radi o „wraparound“ ili „sleeve“ etiketama, najčešće su uzroci različita osvjetljenja na kojima se etiketa promatra, veličina etikete, kut gledanja, te boja krajnje podloge kada je etiketa aplicirana na pakiranje. Raznim podložnim bojama također se mogu postići različiti efekti doživljaja boja, kao i raznim dodatnim lakovima koji ne služe kao zaštita već kao dodatni dizajnerski trik koji etiketi daje drugačiji izgled. Dakle, iste izmjerene vrijednosti ne znače nužno i jednaku percepciju boja na ambalaži.

**Ključne riječi:** boje, oko, etikete, um, ambalaža, iluzije, spektrofotometar, percepcija, vizualni doživljaj

## **Abstract**

When we talk about colors, we are actually talking about the sensation that we get through the eye into the brain and thus experience it. The experience of color is subjective and anyone can experience it in their own way. As the shell of the eye creates an image, it actually simplifies the small details by integrating them into a whole, thus displaying the actual image, that is, what we see. It is for this reason that the eye is easily fooled into not seeing something that is visible. This can be achieved by various illusions of colors, shadows, lines, viewing angles, backgrounds, etc. The mind can be easily deceived by various illusions, and so often the original experience is imprinted on us even though we see another motive later. Therefore, designers should be careful not to get the side effect and to convey the wrong message. Thus, in the production of packaging, one often encounters a problem precisely because of the color experience, when determining the colors of a new product by the visual method. This type of packaging is most often made in flexographic printing technology, which needs to be well known for its specific features. Designers neglect the legality of a particular printing technique, that is, how something will be transferred from the screen to the print media and how their design idea will work in the printing process. Although there are various measuring devices, the most commonly used densitometer and spectrophotometer, often the visual impression gives different results from the measured ones. Whether wraparound or sleeve labels, the most common causes are the different illumination on which the label is viewed, the size of the label, the viewing angle, and the color of the backing when the label is applied to the packaging. Different undercoats can also achieve different color effects, as well as various additional varnishes that serve not as a protection but as an additional design trick that gives the label a different look. Therefore, the same measured values do not necessarily mean the same color perception on the packaging.

**Keywords:** colors, eye, labels, mind, packaging, illusions, spectrophotometer, perception, visual experience

# SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| <b>1. UVOD</b> .....   | 1  |
| <b>1.1 Ljudsko oko</b> .....                                     | 1  |
| <b>1.2 Mozak</b> .....   | 2  |
| <b>1.3 Nastajanje slike u oku</b> .....                          | 3  |
| <b>1.4 Vidljivi spektar boja</b> .....                           | 4  |
| <b>2. BOJA</b> .....   | 5  |
| <b>2.1 Tiskarske boje</b> .....                                  | 6  |
| <b>2.2 Povijest tiskarske boje</b> .....                         | 7  |
| <b>2.3 Svojstva tiskarskih boja</b> .....                        | 8  |
| <b>2.4 Sušenje tiskarskih boja</b> .....                         | 9  |
| <b>2.5 Boje za fleksotisak</b> .....                             | 10 |
| <b>3. FLEKSOTISAK</b> .....                                      | 11 |
| <b>3.1 Povijest fleksotiska</b> .....                            | 11 |
| <b>3.2 Prednosti i nedostaci fleksotiska</b> .....               | 12 |
| <b>3.3 Tiskovni agregat fleksotiska</b> .....                    | 13 |
| <b>3.4 Aniloks valjak</b> .....                                  | 14 |
| 3.4.1. Volumen aniloks valjka.....                               | 14 |
| 3.4.2. Kut rastera aniloks valjka .....                          | 15 |
| 3.4.3. Linijatura aniloks valjka .....                           | 16 |
| <b>3.5 Tiskovna forma</b> .....                                  | 17 |
| <b>3.6 Priprema boje za fleksotisak</b> .....                    | 18 |
| <b>4. VIZUALNA PERCEPCIJA</b> .....                              | 19 |
| <b>4.1 Percepcija</b> .....                                      | 20 |
| <b>4.2 Optičke iluzije</b> .....                                 | 21 |
| <b>4.3 Utjecaj sjena na vizualnu percepciju boja</b> .....       | 22 |
| <b>4.4 Utjecaj kombinacije boja na vizualnu percepciju</b> ..... | 23 |
| <b>4.5 Utjecaj okoline na vizualnu percepciju</b> .....          | 25 |
| <b>4.6 Utjecaj boje podloge na vizualnu percepciju</b> .....     | 26 |
| <b>4.7 Utjecaj veličine na vizualnu percepciju</b> .....         | 27 |
| <b>4.8 Geometrijska iluzija</b> .....                            | 28 |
| <b>4.9 Vizualna pecepcija kretanja</b> .....                     | 28 |
| <b>4.10. Utjecaj kombinacija boja i linija</b> .....             | 29 |
| <b>5. UTJECAJ PRIRASTA RASTERTONSKIH VRIJEDNOSTI</b> .....       | 30 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 5.1.    | Rastriranje .....  | 31 |
| 5.2.    | Vrste rastera .....  | 32 |
| 5.3.    | Linijatura rastera .....   | 33 |
| 5.4.    | Kutevi rastera .....   | 34 |
| 5.5.    | Deformacije rastera .....  | 35 |
| 6.      | <b>EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....   | 36 |
| 6.1.    | <b>Mjerni uređaji</b> .....  | 36 |
| 6.1.1.  | Denzitometar .....   | 37 |
| 6.1.2.  | Kolorimetar .....  | 38 |
| 6.1.3.  | Spektrofotometar .....   | 38 |
| 6.2.    | <b>Transparentna etiketa bez bijele podloge</b> .....                    | 39 |
| 6.3.    | <b>Transparentna etiketa sa bijelom podlogom</b> .....                   | 40 |
| 6.4.    | <b>Transparentna etiketa sa metalik podlogom</b> .....                   | 41 |
| 6.5.    | <b>Utjecaj laka na doživljaj etikete</b> .....                           | 42 |
| 6.6.    | <b>Utjecaj specijalnog „pearl“ laka na doživljaj boje</b> .....          | 43 |
| 6.7.    | <b>Utjecaj veličine etikete na doživljaj boje</b> .....                  | 44 |
| 6.8.    | <b>Utjecaj prirasta rastertonske vrijednosti na doživljaj boje</b> ..... | 45 |
| 6.9.    | <b>Mjerenja spektrofotometrom</b> .....                                  | 46 |
| 6.9.1.  | Izmjerene vrijednosti .....  | 47 |
| 6.10.   | <b>Mjerenja digitalnim mikroskopom</b> .....                             | 49 |
| 6.10.1. | Mjerenje završetka rastera .....   | 50 |
| 6.11.   | <b>Istraživanje na ispitanicima</b> .....                                | 51 |
| 7.      | <b>ZAKLJUČAK</b> .....   | 52 |
| 8.      | <b>LITERATURA</b> .....  | 53 |
|         | <b>POPIS SLIKA</b> .....   | 54 |
|         | <b>POPIS TABLICA</b> .....   | 56 |



## **1. UVOD**

Kako se danas razvojem tehnologija teži sve većoj kvaliteti tiska, tako i dizajneri imaju sve zahtjevnije i složenije ideje pomoću kojih će neki proizvod direktno komunicirati sa kupcem. Sami dizajneri neke predodžbe poput metalik sjaja, raznih lakova i ekskluzivnih efekata, ne mogu simulirati na ekranu ili nekom uređaju za izradu probnog otiska. Takve projekte je neophodno raditi uz pomoć tiskare kod same izrade otiska na stroju, da se dođe do željenih efekata pomoću specijalnih kombinacija boja. Ti efekti se postižu različitim miješanjem specijalnih boja ili tiskanjem boja na podlogama koje su već prekrivene specijalnim bojama. U današnje vrijeme sve veći razvoj tiska takve ambalaže tiska se u tehnici fleksotiska. Pošto su te boje reflektirajuće, zapravo je nemoguće nekim mjernim uređajem odrediti njihovu vrijednost, već se takve boje određuju vizualno usporedbom sa ton kartom boja. Iako se u takvim slučajevima boje određuju vizualno, još uvijek može doći do vrlo različitih subjektivnih doživljaja, ovisno prvenstveno o kutu promatranja kao i spektru osvjetljenja. Isto tako, kada se radi o etiketama različitih veličina a istog dizajna, ponekad je vjernije odrediti boje vizualno nego prema izmjerenim vrijednostima, jer sama vizualna percepcija nekog motiva znatno ovisi o njenoj veličini. Transparentne etikete su izrađene na foliji, o čemu također ovisi doživljaj boje zbog same tiskovne podloge. Sa svim tim, i mnogim drugim čimbenicima, utječe se na doživljaj boje kojeg nam osjet vida prenosi. To se događa zbog nesavršenosti oka, te je zbog toga u takvim slučajevima vjernije odrediti boje vizualno onako kako svako oko vidi, nego ih definirati prema mjerenim vrijednostima.

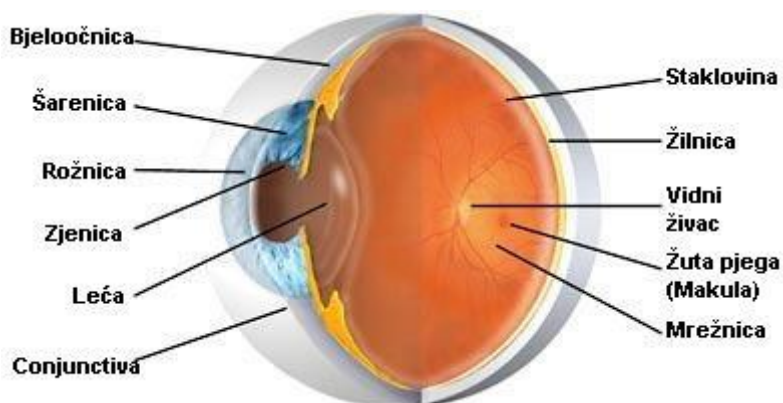
### **1.1 Ljudsko oko**

Ljudsko oko jedan je od najsavršenijih optičkih uređaja, te zajedno u sprezi s mozgom, predstavlja ulazne informacije bez kojih je teško i zamisliti svijet oko sebe. Preko 80% vanjskih podražaja nam dolazi putem osjetila vida. Omogućuje nam svjesnu percepciju svjetla, vid, razlikovanje boja i percepciju dubine. Ljudsko oko ima vidni kut od 200° i može razlikovati 10 milijuna nijansi boja.



Slika 1. Ljudsko oko

Oko je organ vida. U svojoj biti oko je receptor i pretvarač svjetlosnih podražaja okoline do centra za vid smještenom u velikom mozgu na stražnjoj strani glave. Kuglastog je oblika i smješteno je u očnoj duplji u prednjem dijelu lubanje. Građu svakog oka možemo sažeti na pomoćni aparat oka te njegove vanjske i unutarnje dijelove.



Slika 2. Građa oka

## 1.2. Mozak

Procesiranje vizualnih informacija je kompleksan posao, te zauzima relativno velik dio mozga, u usporedbi s ostalim osjetilima. Razlog tome je što mozak izvodi nekoliko radnji kako bi mi lakše mogli vidjeti objekte. Jedna od njih je spajanje dviju slika, uz pomoć tankog dijela mozga koji spaja dvije velike hemisfere.

Druga stvar se odvija u optičkom dijelu samoga mozga, a dio posla tog dijela mozga jest da vidimo objekte uspravno. To funkcionira, jer je mozak toliko naučen vidjeti objekte obrnuto

da se s vremenom priviknuo na to. Tako je zanimljiv podatak da dojenčad tijekom prvih nekoliko dana vidi stvari obrnutima, jer se još nisu naviknuli na gledanje.

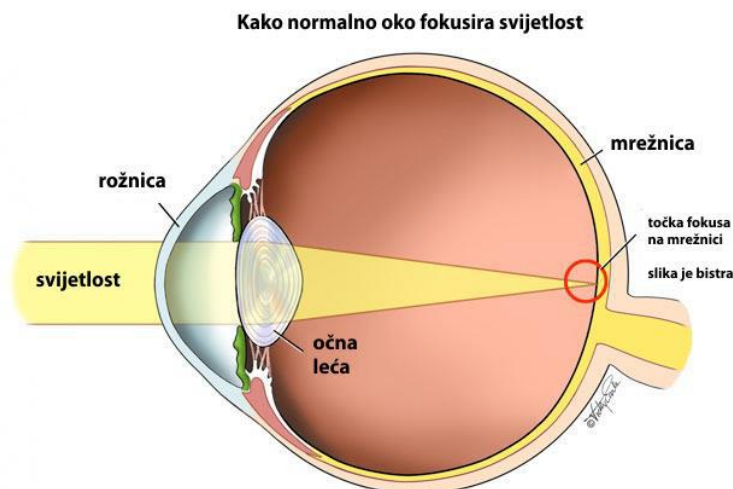
Također, oko i mozak se mogu i zavarati da vide drugačije. To se postiže raznim iluzijama gdje mozak ne stigne percipirati pravu sliku zbog nesavršenosti oka koje spaja mnoštvo informacija u jednu sliku.

### 1.3. Nastajanje slike u oku

Kako bismo mogli vidjeti, moramo imati svjetlo. Iako ne poznajemo sve razne osobine svjetla, znamo kako svjetlo putuje. Svjetlosna zraka može biti skrenuta, odbijena, savinuta ili upijena, ovisno o različitim tvarima na koje nailazi. Proces vida započinje kada se svjetlosna zraka, koja se odbija od objekta i putuje kroz optički sustav oka, refraktira i fokusira u točku vidne oštine.

Struktura mrežnice omogućuje detekciju zračenja, odnosno svjetlosnih podražaja, te nastajanje živčanih impulsa koji dovode informaciju o podražaju u mozak. Osjetljivi elementi na svjetlost, koji se nalaze na mrežnici, nazivaju se čunjići i štapići, a oni su preko živčanih vlakana spojeni na očni živac. Ovi receptori se razlikuju u strukturi i obliku.

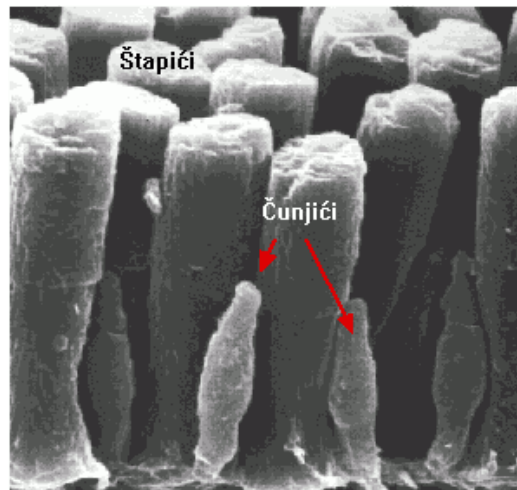
Kada oko gleda neki objekt, zrake svjetlosti se odbijaju od tog objekta. Prva zraka koja dolazi paralelno sa glavnom optičkom osi refraktira se na leći te prolazi kroz fokus. Druga zraka prolazi kroz centar leće. Točka gdje se sijeku ta dva pravca označava mjesto gdje će nastati slika koju vidi to oko [1].



Slika 3. Nastajanje slike u oku

#### 1.4. Vidljivi spektar boja

Spektralna osjetljivost oka se odnosi na to da vidljivost ovisi o intenzitetu svjetlosti. Mrežnica sadrži dvije vrste fotoreceptorskih stanica, a to su čunjići i štapići. Čunjići služe za gledanje uz normalnu i jaku rasvjetu, a štapići za gledanje uz vrlo slabo osvjetljenje, noću ili u tamnim prostorima. Čunjići stvaraju obojenu, a štapići samo sivo-crnu sliku. Dakle, pomoću čunjića u mrežnici raspoznajemo boje.



Slika 4. Štapići i čunjići oka

Čovjek ima tri skupine čunjića. To su čunjići osjetljivi na „crvenu” svjetlost, čunjići osjetljivi na „zelenu” svjetlost i čunjići osjetljivi na „plavu” svjetlost. Svaka se druga boja može stvoriti slaganjem crvene, zelene i plave svjetlosti. Kad svjetlost padne na mrežnicu osjete je jedna ili više skupina čunjića, ovisno o boji svjetlosti. Podražaj čunjića pretvara se u električni impuls koji se kroz vidni živac prenosi u mozak.

Ljudsko oko reagira samo na vrlo ograničeni raspon valnih duljina, na vidljivu svjetlost. Međutim, ono odlično raspoznaje i vrlo male razlike unutar tog raspona. Te male razlike nazivamo boje. Boje su dakle male frekvencijske razlike u području vidljive svjetlosti. Najkraću valnu duljinu imaju plava i ljubičasta svjetlost, dok najdulju ima crvena svjetlost. Bijela svjetlost je sastavljena od kontinuiranog niza svih boja vidljivog spektra. U praksi pod bojom nekog tijela možemo smatrati boju koje tijelo reflektira kada je osvjetljeno bijelom svjetlošću, odnosno tijelo će biti obojeno nekom bojom ako mu površina apsorbira bijelu svjetlost samo na određenom valnom području. Dakle, boja ovisi o frekvenciji reflektiranog zračenja. Bijela površina je ona koja u jednakoj mjeri reflektira sva valna područja bijele svjetlosti. Crna površina je ona površina koja u potpunosti apsorbira bijelu svjetlost. Siva

površina u jednakoj mjeri reflektira sva valna područja bijele svjetlosti, ali ih i djelomično apsorbira. Bijela, crna i siva su akromatske boje, a sve ostale boje su kromatske [1].

Osnovne karakteristike kromatskih boja su:

- ton - pojam vezan za ime boje, npr. crvena, plava, žuta
- svjetlina - ovisi o intenzitetu zračenja
- zasićenost - ovisi o čistoći boje

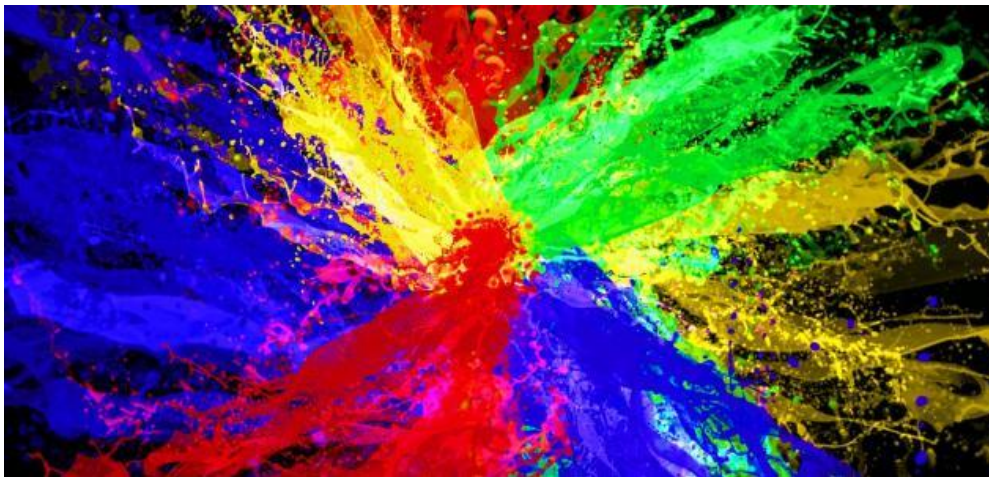


Slika 5. Vidljivi spektar boja

## 2. BOJA

Boja u svakodnevnom životu ima višestruko značenje, a svi pokušaji definiranja tog fenomena rezultirali su nedorečenim definicijama koje još uvijek u potpunosti ne daju jasnu sliku fenomena boje. Za umjetnike, boja je estetski pojam koji služi naglašavanju kontrasta kao izraza dramatičnosti, a za fizičare je boja fenomen svjetla. No uza svu višestrukost, nedorečenost, nejasnost u definicijama vezanim uz pojam boje, jasno je da ako boju možemo doživjeti samo našom vizualnom percepcijom, tada je boja isključivo subjektivni, optički fenomen pojedinog promatrača. Boju, dakle, ne možemo opipati, nanjušiti, okusiti ili čuti, a ipak ju osjećamo svim svojim osjetilima, okruženi smo njome, a ne znamo ju ni točno definirati ni točno identificirati. Upravo je to razlog otežane komunikacije o boji. U svakodnevnom životu služimo se trivijalnim definicijama ili literarnim izvedenicama poput nebesko plava ili zelena proljetne trave, ali to ne govori ništa ili vrlo malo o izražajnim vrijednostima boje. U trenutku tehnološke revolucije, kada boja prestaje biti isključivo estetskom kategorijom i postaje jedan od čimbenika kvalitete proizvedenog objekta, takva komunikacija o boji postaje neprihvatljivom. Javlja se potreba za jasnim, preciznim, opisivanjem i definiranjem boja, što je rezultiralo razvojem znanstvenih sustava klasifikacije boja. Standardizirani sustavi za mjerenje i određivanje boje potrebni su jer je, u većini slučajeva, boja presudan faktor proizvodnje i kasnije distribucije nekog proizvoda. No, za razliku od karakteristika, kao primjerice dimenzijske veličine, koje su egzaktno i ostaju konstantne uz konstantne uvjete, boja ovisi o nizu objektivnih, ali i subjektivnih čimbenika, što znatno otežava njezino egzaktno mjerenje. Promjena bilo kojeg od navedenih čimbenika

uzrokovat će promjenu doživljaja boje kod promatrača. Sve te činjenice treba uzeti u obzir kada se govori o neophodnosti standardiziranih sustava za određivanje boje, odnosno potrebno je točno definirati koliko su raspoloživi sustavi pouzdani u realnom sagledavanju problema i koliko uzimaju u obzir subjektivnu prirodu boje. Boja je isključivo psihofizički osjet induciran svjetlom, odnosno osjet koji u oku izaziva svjetlost emitiranu iz nekog izvora svjetlosti i reflektiranu s neke obojene površine. Za doživljaj boje potrebno je imati izvor svjetla koji je potreban za pobuđivanje osjeta vida, osjet vida promatrača i njegov vizualni sustav, te objekt koji se promatra [2].



Slika 6. Boje

## **2.1. Tiskarske boje**

Pod tiskarskom bojom podrazumijevamo tvar koja posjeduje određeno obojenje i ima sposobnost da se u toku procesa tiska veže za podlogu na koju se otiskuje. Tiskarske boje se prenose na podlogu putem tiskarskih strojeva. Glavna funkcija im je da stvore kontrast za svaki detalj otisnute cjeline. Tiskarske boje su fina smjesa pigmenata i bojila, veziva, punila, otapala i pomoćnih sredstava.



Slika 7. Tiskarske boje

Tiskarske boje moraju imati pravilan transport na tiskarskom stroju, te moraju imati zadovoljavajuće sušenje u određenom vremenskom roku. Boja mora dati željeni izgled gotovom proizvodu, ne smije narušavati podlogu na kojoj se tiska niti smanjiti predviđeni rok trajanja gotovog proizvoda. Tiskarske boje se prema konzistenciji dijele na pastozne (guste) i tekuće (rijetke, fluidne). Osnovna klasifikacija tiskarskih boja je prema vrsti tiska, odnosno boje za visoki tisak, boje za plošni tisak, boje za duboki tisak, boje za sitotisak, boje za digitalne tehnike tiska, te specijalne boje [1].

## 2.2. Povijest tiskarske boje

Prvi sačuvani pisani spomenici su iz 2500. godine prije Krista. Nastali su u Kini i Egiptu, pisani bojom za koju je korišten pigment od čađe dobivene paljenjem tungovog ulja bez pristupa zraka. Nakon usitnjavanja i prosijavanja kroz svileno sito, fino usitnjena čađa miješana je s uljem i ljepilom, zatim razribavana u željeznim posudama. Kineska provincija Kiang-si stoljećima je bila kolijevkom izrade najboljih boja. Stručnjaci koji su izrađivali boje uživali su veliki ugled, a recepti su čuvani u najvećoj tajnosti.

Godina 1440. je zlatno doba tiskarstva, jer je došlo do otkrića tiskarske preše Johannes Gutenberg. Pojavom i brzim širenjem tiskarstva u Europi potreba za tiskarskim bojama naglo je porasla. Gutenberg i njegovi učenici osnovali su niz tiskarskih radionica. U to vrijeme svaki je tiskar sam izrađivao boje za svoje potrebe. Za crne boje upotrebljavali su čađu dobivenu

paljenjem raznih smola, smolastih vrsta drveta, a koristili su i čađe s ognjišta. Za šarene boje koristili su mineralne pigmente koje su nalazili u prirodi, usitnjavali ih i u otvorenim kotlovima ukuhavali s lanenim uljem.

Sve veći razvoj tiskarstva u 16. je stoljeću doveo do pojave prvih specijaliziranih proizvođača tiskarskih boja, a među prvima osnovana je tvornica boja Huber u Njemačkoj (1780), a zatim Lorilleux u Francuskoj (1818). Godine 1856., engleski kemičar William Henry Perkin slučajno je sintetizirao prvo umjetno bojilo movein (ili anilinski purpur), dok je pokušavao pronaći lijek za malariju (proizvesti kinin). Nakon pojave prvih umjetnih bojila (1860), osnovane su brojne tvornice u kojima su proizvođene crne i šarene tiskarske boje. Prva domaća tvornica tiskarskih boja osnovana je 1923. godine u Samoboru.

Danas se za izradu tiskarskih boja rabi niz novih materijala kao što su modificirani prirodni, odnosno umjetni ili sintetski materijali. Nastoji se proizvesti boje koje su ekološki prihvatljive pa su mnogi anorganski pigmenti izašli iz upotrebe. Teži se da u boji ima što je manje moguće organskih otapala (umjesto organskih otapala koristi se voda). U formulaciji boja za prehrambenu ambalažu izbjegavaju se potencijalno štetne (toksične) tvari radi osiguravanja zdravstvene ispravnosti namirnice (za tisak se koriste boje niske migracije) [1].

### **2.3. Svojstva tiskarskih boja**

Boja mora imati jak odraz kontrasta u odnosu na tiskovnu podlogu. Nanos boje na tiskovnoj podlozi je vrlo mali i ovisno o tiskarskoj tehnici kreće se od 2-30  $\mu\text{m}$  (konvencionalni sitotisk i do 60  $\mu\text{m}$ ). Najteže je postići dobar kontrast kod vrlo tankih nanosa tiskarske boje.

Uloga boje u tisku je da prenese sliku s tiskovne forme na tiskovnu podlogu, a da se to postigne sa što je moguće manjim nanosom boje. Otisak pri tome mora biti oštar, jasan i zasićen. Ovisno o putu boje od tiskovne forme do tiskovne podloge, razlikujemo dvije skupine tiskarskih boja. Jedne su boje koje prolaze dugi put od bojanika do tiskovne podloge. To su boje visoke (teške) konzistencije, a rabe se u offsetu, visokom tisku, tj. knjigotisku. Druge su boje koje prolaze kratki put od bojanika do tiskovne podloge. To su boje vrlo niske (lake) konzistencije, a rabe se u bakrotisku i u fleksotisku.





Slika 8. Viskozitet tiskarske boje

Tiskarska boja mora biti sposobna za vrlo brzo prelaženje s tiskovne forme na tiskovnu podlogu bez obzira radi li se o direktnom ili indirektnom tisku. Prenosanje boje sa tiskovne forme na tiskovnu podlogu uvjetovano je brzinom otiskivanja, pritiskom pod kojim se otiskivanje izvodi, viskoznošću boje, količini boje, sposobnosti tiskovne podloge za primanje boje, te glatkosti ili hrapavosti tiskovnog materijala. Tiskarska boja mora biti primjerena onom krajnjem grafičkom proizvodu na koji se aplicira. Nije svejedno je li tiskarska boja namijenjena tisku knjiga, naljepnica, prehrambene ambalaže, ambalaže za deterdžente, ili za tisak plakata [1].

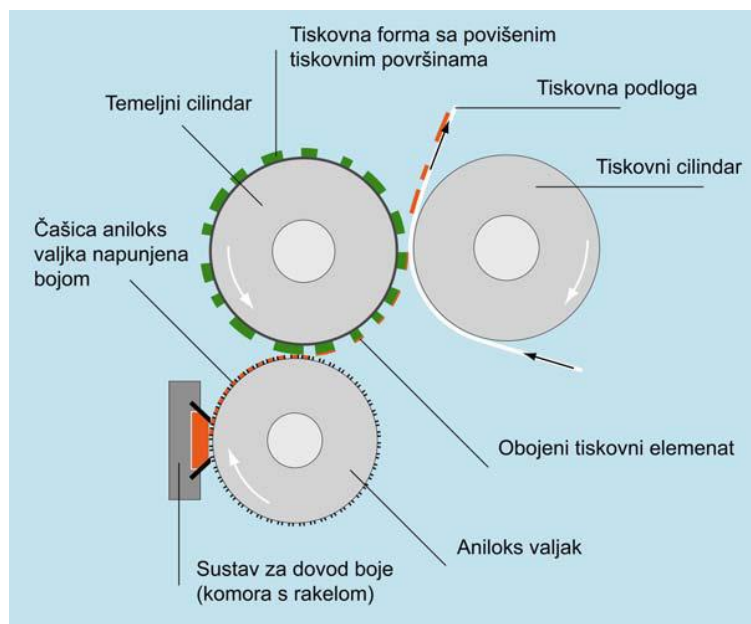
#### **2.4. Sušenje tiskarskih boja**

Za kvalitetan otisak, u svim tehnikama tiska i na svim tiskovnim podlogama, izuzetno je važno sušenje boje. Dobar otisak između ostalog je onaj otisak gdje je postignuta dobra povezanost tiskarske boje s podlogom na koju se tiska. Otisak mora biti otporan prema otiranju, brisanju i pritisku, a to je u direktnoj vezi sa sušenjem boje.

Adekvatno sušenje utječe i na pravilan rad strojeva za tisak jer se boja ne smije sušiti na valjcima za vrijeme tiska ili u periodima kratkog mirovanja stroja. Pojam sušenje uključuje sve procese koji se odvijaju nakon prijenosa boje na tiskovnu podlogu, omogućavajući čvrstu vezu boje s podlogom te odgovarajuću doradu i uporabu samog grafičkog proizvoda [1].

## 2.5. Boje za fleksotisak

Fleksografski tisak je tehnika visokog tiska koja se prvenstveno koristi za tisak na ambalaži. Fleksibilna fotopolimerna tiskovna forma je u direktnom dodiru s materijalom za otiskivanje (direktni rotacioni tisak). Tiskarska boja koja je vrlo rijetka se preko aniloks valjka prenosi na tiskovnu formu. Uloga aniloks valjka je doziranje tankog i jednoličnog nanosa tiskarske boje na tiskovnu formu. Tiskovna forma može izdržati velike naklade, jer su guma i fotopolimeri izdržljivi na trošenje, a osim toga i pritisci kod fleksotiska su vrlo mali u odnosu na druge tehnike tiska.



Slika 9. Sustav obojenja fleksotisak

Fleksografske boje su rijetke, tekuće (fluidne) boje male viskoznosti, temeljene na bojilima i pigmentima, smolama, te organskim otapalima i vodi. Proizvođači u pravilu isporučuju boje veće viskoznosti, pa ih tiskari prije početka tiska moraju razrijediti. Prema viskoznosti i svojstvima slične su bojama za bakrotisak. Budući da je fleksotisak rotacioni tisak, potrebna je mala viskoznost boja. Zbog niskog viskoziteta fleksoboj, moguć je kratki prijenos boje. To pogoduje izradi fleksografskih strojeva koji su jeftiniji od strojeva visokog ili plošnog tiska.

Za tisak ambalaže koriste se tri tipa fleksografskih boja, a to su boje temeljene na otapalima, boje temeljene na vodi i UV fleksografske boje. Zbog niza različitih tiskovnih podloga u fleksotisku nije moguće proizvesti jedan tip boje koja bi zadovoljila uvjete svih tiskovnih podloga općenito [1].



Slika 10. Flekstiskarske boje

### **3. FLEKSOTISAK**

Fleksotisak se u najvećoj mjeri koristi za tisak ambalaže pri čemu ima značajnu ulogu kod tiska na razne polimerne materijale pa tako i na transparentne etikete. Spada u tehniku visokog tiska što znači da su mu tiskovni elementi u odnosu na slobodne površine povišeni. Bojilo se nanosi na tiskovne elemente i na taj način se prenosi na tiskovnu podlogu. Fleksibilne i kompresibilne tiskovne forme za fleksotisak, brzosušuća bojila i jednostavno obojavanje tiskovnih elemenata omogućuje reprodukciju višebojnih slika u malim i velikim nakladama na različitim tiskovnim materijalima.

Zadnjih desetak godina upotreba fleksotiska je značajno porasla, te njegov godišnji porast iznosi preko 8%. Takvu stopu rasta nije ostvarila niti jedna druga tiskarska tehnologija. Fleksotisak se brzo razvio tako da je moguć i njegov daljni razvitak, dakako uz više značajnih poboljšanja koja se odnose na strojeve, tiskovne podloge, tiskovne forme i bojila.

#### **3.1. Povijest fleksotiska**

Prvi naziv koji se koristio bio je anilinetisak koji je ime dobio prema anilinskom materijalu koji se upotrebljavao za izradu tiskarskih boja. S obzirom da se fleksotisak većinom koristi za tisak ambalaže i to one u kojima se čuva prehrana, upotreba anilinskih boja je zabranjena jer su otrovne. Iako su ubrzo razvijene i proizvedene nove tiskarske boje, naziv im se zadržao do 1951. godine, kada je započela promijena naziva i od 1952. godine koristi se naziv fleksotisak [3].

Prva fleksotiskarska evolucija je bila 1974. godine kada je proizvođač tiskovnih formi „DuPoint“ predstavio prvu fotopolimernu fleksografsku tiskarsku formu. Ova tiskovna forma se uglavnom temelji na gumi. U to vrijeme, i mnogo godina poslije, najpopularniji proces izrade ploča bio je ispiranje otapalima fotopolimerne ploče. Tijekom tog razdoblja, izum fleksotiska je usmjeren na proizvodnju lakše upotrebe, efikasnije procesore i veću učinkovitost, manje opasnih organskih otapala. Analogna izrada ploča koristi negativ kako bi se dobila slika na ploči te ovisi o ručnim operacijama, omogućujući tako i ljudske pogreške te veću potrošnju ploče, a samim time i negativa. Ploče se obrađuju pomoću kemijskih razvijaača i popravljaača. Zbog nezadovoljavajuće kvalitete reproduciranja u to se doba za ovu tehnologiju smatralo da su potrebna posebna znanja za sami proces otiskivanja. Digitalno topljive ploče predstavljene su kako bi poboljšale kvalitetu i tijekom rada. Eliminirajući razvijanje i rukovanje filma, kao i upotrebu kemijske obrade. Digitalne ploče su proizvedene s integralnom laserskom ablacijskom maskom koja laserom stvara savršenu kopiju reprodukcije na tiskovnoj formi. Do nedavno, DuPoint Cyrel je objasnio proces rada digitalno topljivih ploča kao primarni sustav kojim se postiže velika kvaliteta fleksotiska na ambalaži. Nova tehnologija termalne obrade iz DuPont-a je potaknula novu veliku evoluciju fleksotiska, nakon koje su ubrzo slijedila zabilježavanja koristi za okoliš ovog procesa, odnoseći se na eliminaciju otapala i hlapljivih organskih spojeva, štednju struje i recikliranje odnosno odstranjivanje otpada [3].

### **3.2. Prednosti i nedostaci fleksotiska**

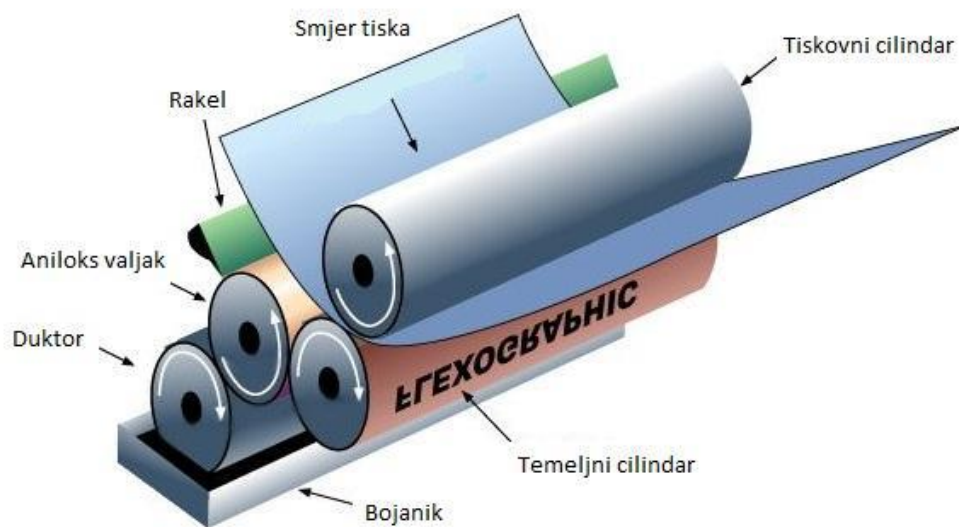
Unutar tiskovne industrije fleksografski tisak je najdinamičnije rastuće područje. Prije 20-ak godina nije se moglo zamisliti da fleksografski tisak bude konkurencija sa offsetnim ili pak dubokim tiskom, a danas možemo reći da ova tehnologija ima izvanrednu stopu između cijene i vrijednosti. Danas je važno naglasiti da je tisak sve zahtjevniji, ali isto tako da svakim danom pruža sve više i više mogućnosti. Iako je fleksografski tisak znatno napredovao posljednjih nekoliko godina mora se naglasiti da ipak postoje neki nedostaci koji će se s godinama usavršiti i pružiti još veću kvalitetu tiska.

Prednosti fleksotiska su velik izbor tiskovnog materijala, širok opseg različitih boja, jednostavna konstrukcija uređaja za bojenje zbog male viskoznosti bojila, brzosušeće boje, velike naklade zbog izdržljive fleksibilne fotopolimerne tiskovne forme, tisak beskonačnih uzoraka, dobra kvaliteta tiska, te ekonomska isplativost.

S druge strane neki nedostaci su osjetljivost na promjene pritiska prilikom tiska, karakterističan veliki prirast rasterskih elemenata koji se trebaju kompenzirati, nije praktično podešavati boje tokom procesa tiska, problem tiskanja punog tona rastriranih površina sa iste tiskovne forme prilikom čega dolazi do prirasta, te ograničena finoća rastera u usporedbi s offsetom i bakrotiskom.

### 3.3. Tiskovni agregat fleksotiska

Fleksotisak je tehnika direktnog visokog tiska. Vrlo je sličan knjigotisku, a osnovna razlika je u vrsti tiskovne forme koja je za razliku od knjigotiska elastična te je potreban manji pritisak da bi se otisak prenio na podlogu. Tiskovne jedinice fleksografskog tiska rade principom otiskivanja cilindar na cilindar, i sastoje se od temeljnog cilindra, tiskovnog cilindra i uređaja za obojenje.

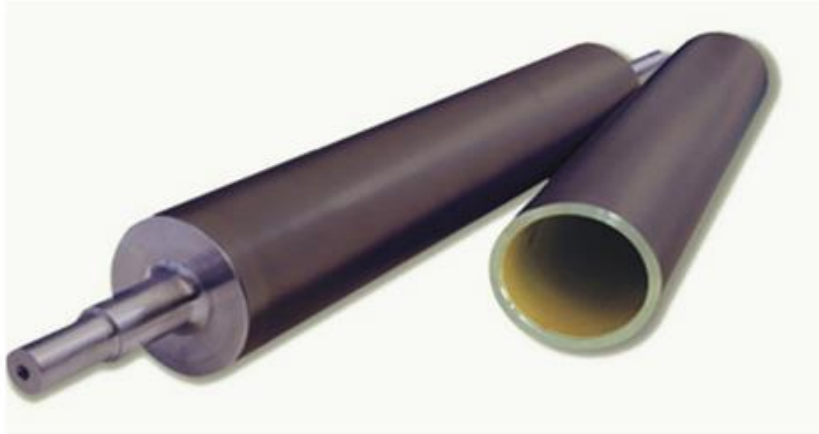


Slika 11. Tiskovni agregat za fleksotisak

Sama tiskovna forma je u direktnom dodiru s materijalom na koji se tiska. Rijetko bojilo, koje je smješteno u bojanik se prenosi preko duktora, koji je svojom površinom djelomično uronjen u kadu s bojilom na aniloks valjak, te se rotacijom s njega prenosi na temeljni cilindar oko kojeg je obavijena tiskovna forma. Tiskovna forma može izdržati velike naklade jer su guma i fotopolimeri izdržljivi na trošenje, a osim toga, pritisci kod fleksotiska su vrlo mali u odnosu na druge tehnike tiska [3].

### 3.4. Aniloks valjak

Uloga aniloks valjka je doziranje tankog i jednoličnog nanosa tiskarske boje na tiskovnu formu. Aniloks valjak još se naziva i rastrirani valjak, a ime je dobio zbog izgleda površine koji ima oblik mrežice. Na valjku su ugravirane mnogobrojne male ćelije koje trebaju na tiskovnu formu prenositi određenu količinu boje što znači da ih možemo promatrati kao valjke koji su zaduženi za doziranje boje.



Slika 12. Aniloks valjci

Izum aniloks valjka svakako je unaprijedio kvalitetu fleksotiska koji do njegove pojave nije imao rješenje za kvalitetan prijenos boje na fleksibilnu tiskovnu formu. Način izrade aniloks valjka elektrokemijskim putem jetkanja odavno je napušten. Danas se izrađuje laserskim graviranjem u keramici i elektrogravirnim postupkom s dijamantnom iglom. Najvažnije karakteristike aniloks valjka su kut graviranja, površina otvora ćelije te visina ćelije. Da bi graviranje bilo u potpunosti precizno, a otpornost aniloks valjka zadovoljavajuća potrebno je kod postupaka izrade koristiti materijale viske tvrdoće, ali i sposobne za daljnju obradu [3].

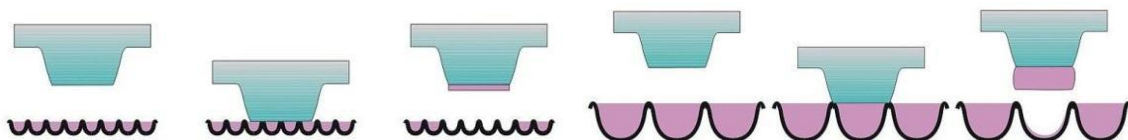
#### 3.4.1. Volumen aniloks valjka

Teoretsku količinu boje koja se prenosi na tiskovnu formu određuje volumen raster valjka, a najčešće se izražava u  $\text{cm}^3$ . Stvarni volumen prenesene boje ovisi o samim svojstvima boje, a riječ je o površinskoj napetosti i viskoznosti, pritiscima odnosno tlaku između aniloks valjka i osnovnog valjka, obodnoj brzini valjka, svojstvima tiskovne forme te obliku ćelija. Volumen se može odrediti geometrijskim mjerenjem oblika ćelija uz pretpostavku da su poznati svi njihovi podaci. Sam volumen ćelija određen je dubinom ćelija i površinom baze koji ovisi o načinu izrade. Postoje različiti oblici ćelija no česta je pojava zapunjavanje dna ćelije zbog taloženja i sušenja boje što rezultira smanjenjem kapaciteta same ćelije.



Slika 13. Mogući izgled gravirane čašce aniloksa

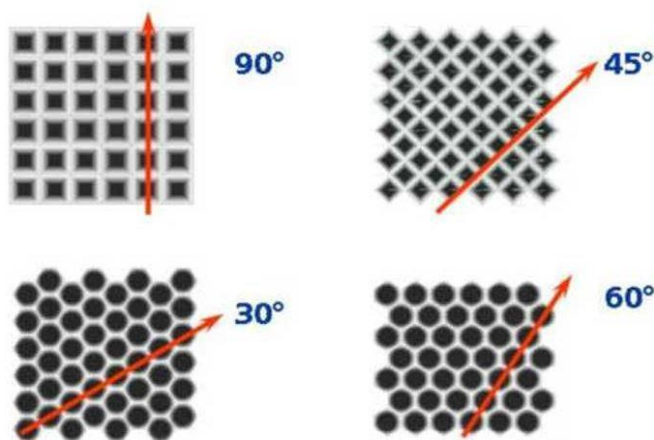
Količina boje koja se prenosi s raster valjka na tiskovnu formu ima veliki utjecaj na kvalitetu tiska. Pri tisku malih RTV treba pripaziti na odnos veličine ćelije i rasterskog elementa na tiskovnoj formi. Što je veličina ćelije manja to je broj ćelija veći na jednakoj površini, a samim time je nanos boje ravnomjerniji. Grublji rasteri primjenjuju se pri tisku punih tonova, ali ukoliko je ćelija prevelika pri nanosu na male rasterske elemente dolazi do velikog prirasta rastertonske vrijednosti [4].



Slika 14. Finija i grublja linijatura aniloksa

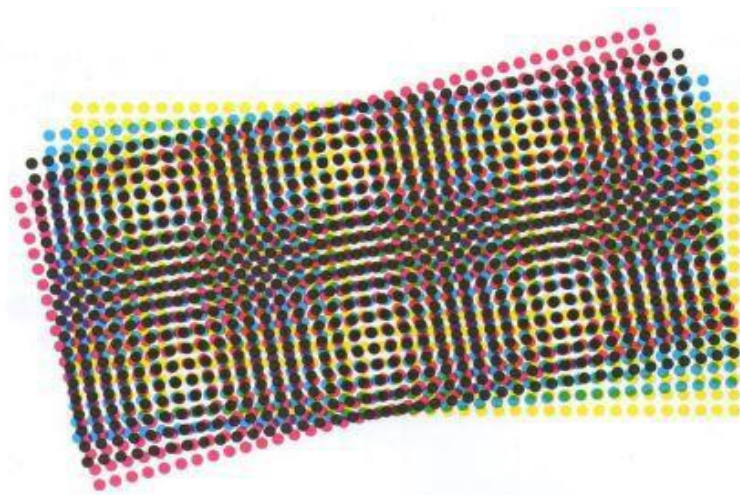
### 3.4.2. Kut rastera aniloksa valjka

Tipični kutovi rastera na raster valjku su 30°, 45° i 60°. Kut od 60° omogućuje najbolje primanje i prenošenje boja. Najjednostavniji oblik graviranja jest pod kutom od 90° kod kojega su ćelije poredane po obodu valjka. Nakon graviranja jednog reda slijedi graviranje drugog na razmaku od veličine ćelije tzv. mostovi. Baza ovih ćelija je kvadratnog oblika međutim zbog tehničkih i tiskarskih poteškoća izbjegava se njegovo korištenje baš kao i aniloks valjaka graviranih pod kutom od 30°.



Slika 15. Kutovi graviranja aniloksa

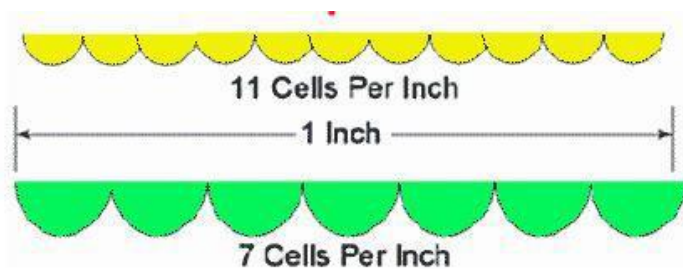
Dobar se pokazao aniloks valjak graviran pod kutom od 45° te je upravo prema njemu postavljena osnovna separacija boja u fleksotisku i izrada tiskovne forme. Aniloks valjak koji je rastriran pod kutom od 60° je sastavljen od ćelija piramidalnog oblika i baze koja sadrži 12% više ćelija od valjka. Izvedba s ćelijama baza kvadratnog oblika, rezultira se zaključkom da se time prenosi i veća količina boje na tiskovnu formu. Da bi otisak koji želimo dobiti bio kvalitetan kutovi rastera moraju biti pravilno definirani i podešeni. Ukoliko dođe do otiskivanja s krivim kutovima pojavljuje se osjećaj mrežastog otiska, tzv. moiré. Kada govorimo o aniloks valjku tada govorimo o dva moguća uzroka nastajanja moiré-a (neželjena pojava u tisku kada se otiskuje više rastera jedan preko drugoga, i ako su kutovi rastera krivo postavljeni). Tipičan moiré uzorak javlja se zbog prevelikog nanosa boje na rasterske elemente koji se uklanjaju pravilnim odabirom aniloks valjka u odnosu na tiskovnu formu dok drugi uzrok leži u nepovoljno pozicioniranom kutu rastera na aniloks valjku u odnosu na kutove rastriranja separacije boje [5].



Slika 16. Moiré

### 3.4.3. Linijatura aniloks valjka

Linijatura raster valjaka izražava se u broju ćelija po linearnom centimetru ili inču (1 inč = 2,54 cm), mjereno u smjeru kuta graviranja.



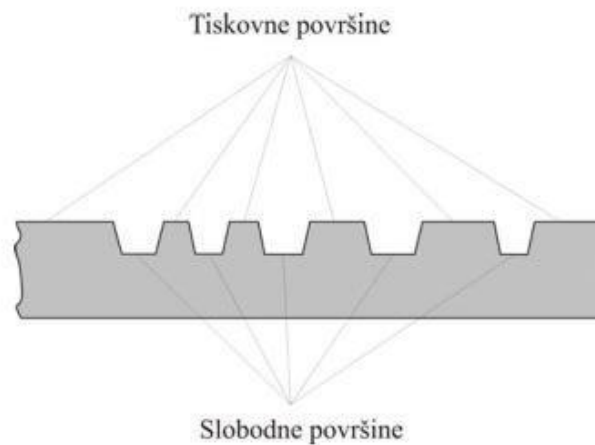
Slika 17. Linijatre aniloksa



Današnjim tehnikama tiska moguće je izraditi valjak s rasterom od 28-500 Lin/cm. Kod višebojnog tiska preporuča se upotreba valjaka čiji je raster 4 puta veći od linijature rastera na tiskovnoj formi, kako bi se osigurao prijenos rasterskih elemenata s tiskovne forme odnosno da se izbjegne efekt mazanja ili prljanja otisaka u niskim tonovima. Različiti motivi na otisku zahtijevaju različitu linijaturu rastera. Ukoliko nismo sigurni u odabiru linijature rastera preporuča se izrada testnog raster valjka s različitim kombinacijama teoretskog volumena za pojedinu linijaturu [4].

### 3.5. Tiskovna forma

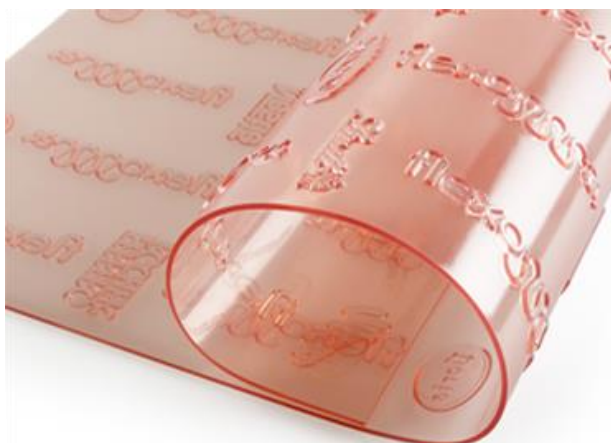
Kako je već spomenuto, fleksotisak spada u tehniku visokog tiska što znači da su mu tiskovne površine uzdignute u odnosu na slobodne površine koje se nalaze u osnovnoj ravnini.



Slika 18. Tiskovna forma za visoki tisak

Tiskovna forma za fleksotisak je savitljiva, a izrađuje se od prirodne ili sintetske gume i fotopolimera.

U sedamdesetim godinama prošlog stoljeća počela je primjena polimernih tiskovnih ploča. Fotopolimer je proziran i fotoosjetljiv materijal baziran na akril poliesteru koji je sposoban povećati svoju tvrdoću pod utjecajem ultraljubičastih (UV) valova. Fotopolimerne tiskovne forme imaju neke prednosti, a to su da imaju mogućnost reproduciranja relativno velike linijature rastera, brza izrada i jednolične su debljine te posjeduju odličnu dvodimenzionalnu stabilnost. Postoje dvije vrste fotopolimernih ploča, na bazi krutog fotopolimera i na bazi tekućeg fotopolimera [5].



Slika 19. Polimerna tiskovna forma

Tiskovna forma se pravi od fotoosjetljivog polimernog materijala. Ovisno o namjeni, debljina tiskovne forme može biti različita. Osvjetljavanjem ultraljubičastim svjetlom kroz negativ i naknadnim ispiranjem u vodi ili nekoj drugoj vrsti otapala dobiva se reljefna tiskovna forma. Početkom 21. stoljeća tiskovne forme se proizvode metodom CtP-a (eng. *computer to plate*). Metoda CTP je izrada ploča tj. tiskovne forme direktno sa računala na uređaj za izradu tiskovnih formi bez prethodnog razvijanja filmova. Ovakva tehnologija daje bolju kvalitetu same ploče.

### **3.6. Priprema boje za fleksotisak**

Fleksotiskarske boje sastoje se od mnogih komponenata koje se moraju uskladiti, a da bi se dobila dobra kvaliteta istih mora se pažljivo pristupiti ne samo izboru sirovina već i određenoj recepturi i vrsti kvalitetnih sirovina. Da bi boja za tisak bila pogodna mora se obratiti pažnja na njenu viskoznost. Viskozitet boje ima neposredan utjecaj na tisak pa se on mora prilagoditi radnim uvjetima. Pogrešan viskozitet bojila potrebno je korigirati. Ukoliko je riječ o previsokom viskozitetu potrebno ju je razrijediti, dok se s druge strane viskozitet može povećati dodavanjem pigmentne baze ili nove boje u istom omjeru kao i u prvobitnoj formuli. Za viskozitet možemo reći da odgovara vremenu u sekundama koje je potrebno da određena količina boje prođe kroz otvor utvrđenog promjera, a potrebno ga je odrediti prije procesa tiska pomoću ručnog viskozimetra ili automatski kompjuterski regulirane viskoznosti sa senzorima [6].



Slika 20. Miješanje boje

#### 4. VIZUALNA PERCEPCIJA

Naša svakodnevna zapažanja i doživljavanje svijeta oko nas sasvim je uobičajena pojava i gotovo nikad o tome ne razmišljamo. Gledamo predmete, zapažamo i uspoređujemo boje, povezujemo ih na osnovu svojih emocija i stavova, susrećemo se s problemima prilikom njihova uspoređivanja, a ne proučimo detaljnije način na koji ih zapravo percipiramo. Vizualnim sustavom čovjek danas prima više od 80% ukupnih informacija koje dolaze iz okoline koja ga okružuje. Stoga ne bi bilo pogrešno reći da je oko gotovo najvažniji perceptivni organ koji nam omogućava doživljaj predmeta i osoba oko nas, doživljaj osjeta boja, ali i prilagodbu na različite uvjete. Budući da je boja psihofizički doživljaj, ona ne ovisi samo o izvoru svjetlosti i objektu koji se promatra, već i o promatraču i njegovim različitim opažanjima. Iako je oko kod svih ljudi građeno na jednak način, upravo zbog socioloških i psiholoških, pa i nasljednih osobina, različite karakteristike boja, različiti promatrači mogu iste boje doživljavati drugačijima ili jedan promatrač različite boje istima. Takvi vizualni efekti nastaju zato što djelovanje boje ovisi o njenoj okolini, susjednoj boji, pozadini na kojoj se nalazi, o kutu promatranja, o vrsti i intenzitetu izvora svjetlosti, a na kraju i o samom promatraču. Percepcija je psihički proces kojim se opaža i upoznaje svijet oko nas. Ona nastaje djelovanjem različitih fizikalnih procesa iz okoline na osjetne organe. To je zapravo integracija osjeta, znanja, iskustva, prosudbi, emocionalnih stanja, stavova, vrijednosti i osobina ličnosti. Najpopularnije, ali i pogrešno shvaćanje percepcije, je to da je stvarni svijet identičan onome što percipiramo. Bez obzira na to što ste možda vidljeli nešto suprotno, ono što vidite nije nužno i ono što dobivate.

Stvarna scena nije istovjeta onome što možda u određenom trenutku percipiramo. To jednostavno možemo potvrditi nizom vizualnih efekata, ali koje opet svi ne percipiramo

jednako. Vizualni efekti baziraju se na načinu na koji mozak prima informacije, a to može biti povezano s našim osjećajima, iskustvima, znanjem ili s kontekstom. Zato je vrlo važno u samom početku razmatranja pozornost usmjeriti na sve moguće čimbenike koji utječu na percepciju boje.



Slika 21. Ne vidimo uvijek ono što se prikazuje

Dizajneri svoje djelo uvijek počinju sa dvodimenzionalnom površinom. Korištenjem boje ili drugih medija on mora biti uspješan da bi gledatelj mogao ući u njegov svijet, te da bi pokazao svoju viziju. No, stvarni svijet nije dvodimenzionalan i umjetnik ne može stvoriti trodimenzionalni svijet na površini. Taj problem se rješava pomoću iluzija. Osim za postizanja trodimenzionalnosti, vizualne iluzije se koriste i za postizanje raznih drugih efekata upotrebom raznih kombinacija boja [7].

#### **4.1. Percepcija**

Percepcija je proces kojim mozak organizira podatke dospjele iz raznih osjetila, interpretira ih i tvori smislenu cijelinu. Ono nam omogućava da razne boje vidimo kao određeni predmet, da mnoštvo zvukova čujemo kao govor, da kombinaciju okusa okusimo kao jelo i slično. Zadatak mozga je prikazati podražaje na najbolji način, kako bi mogli razumjeti stvarnost, međutim mozak nije savršen, podložan je greškama. Razlozi mogu biti prethodna iskustva, želje, utjecaji iz okoline, nesavršenost organa koji prima podražaje itd. Mozak uvijek traži sličnost među informacijama kako bi ih što bolje povezo u cijelinu, no to ponekad može uzrokovati optičke iluzije.

Perceptivne varke ili iluzije su krivo percipirane pojave koje često mogu biti zbunjujuće. Najčešće su optičke iluzije, ali je razlika u tome što optičke varke uključuju samo pojave koje percipiraju oči, a perceptivne uključuju sve pojave koje percipiramo na bilo koji način. Neke su perceptivne varke uzrokovane nesavršenošću naših osjetila kao što je tromost oka, a neke radom našeg mozga.

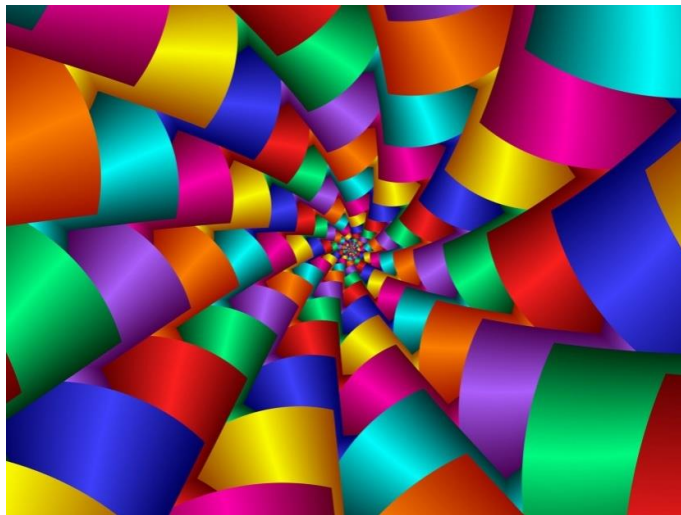
## **4.2. Optičke iluzije**

Sa sve većom paletom istih ili sličnih proizvoda na tržištu, klijenti pokušavaju sa svojim proizvodima doći do ciljanih kupaca i to tako da svoj proizvod izdignu od svih ostalih na tržištu. Cilj određenog proizvoda je taj da se kod kupaca istakne, odnosno izazove određenu reakciju kojom bi ga kupac zamijetio, a samim time na kraju i kupio. U takvom krugu događanja glavnu riječ ima dizajner, koji svojom snalažljivošću i kreativnošću određeni proizvod može dizajnirati tako da izazove željenu reakciju kod krajnjeg kupca. Dizajneri sve više pribjegavaju korištenju određenih dizajnerski rješenja koja kod konzumenata izazivaju određene percepcijske reakcije, tj. iluzije. Da bi dizajneri mogli pristupiti dizajniranju proizvoda na način da izazove određenu percepcijsku reakciju kod konzumenata trebali bi biti upoznati s osnovama vizualne psihofizike, kako bi mogli stvoriti određenu optičku iluziju. Optička iluzija je pogrešno tumačenje informacija i podataka koje naše oko primjećuje.

Optičke iluzije su vizualne percepcije koje se razlikuju od realnosti i stvarnog stanja. Informaciju koju oko zabilježi, mozak zatim obrađuje s time da krajnja slika ustvari ne odgovara realnom stanju. Drugim riječima optičke iluzije daju ljudskom oku do znanja koliko naša osjetila zapravo nisu savršena, jer ih se lako može zavarati.

Kako smo neprestano izloženi raznovrsnim podražajima, naš mozak ima težak zadatak kako najbolje prikazati te podražaje, odnosno prevesti ih kako bismo najbolje razumjeli stvarnost. Mozak uvijek traži model ili uzorak, traži sličnosti s kojima bi povezo ono što mu vizualni sustav prenosi i to pomaže u slučajevima kada imamo nepotpunu sliku. Kad imamo sliku na kojoj neki predmet nije nacrtan do kraja, nego su napravljene konture određenog predmeta, mozak je u mogućnosti prepoznati oblik na slici. Mozak djeliće informacija spaja u cjelinu, te na ovaj način mozak u velikoj mjeri pomaže u svakodnevnom životu, ali ponekad je mozak zavarano slikom koja uzrokuje optičku iluziju i interpretira informacije tako da ih pokazuje na pogrešan način.

Optičke iluzije postoje oduvijek, a kroz povijest su se razvijale u skladu sa vremenom. U prošlosti su zbunjivale, čak i zavaravale sve one koji su se s njima susretali. U današnje vrijeme optičke iluzije koriste se najviše za dočaravanje i uljepšavanje s namjerom da nas zabave i prodaju proizvod, i to je zapravo pravi trik u marketingu. U smislu osmišljavanja određenog proizvoda dizajneri sve više pribjegavaju korištenju optičkih iluzija, kako bi kod potrošača proizvoda za koji stvaraju idejno rješenje izazvali traženi efekt oduševljenja. Kada su potrošači oduševljeni viđenim proizvodom, optičkom iluzijom koja proizvod i reklamira, oni će prepričavati viđeno i samim time reklamirati će proizvod i time stvarati potencijalno nove potrošače. Optičke iluzije sve se više koriste u marketinške svrhe kako bi zabavile potrošača kojem se obraćaju s krajnjim ciljem da taj potrošač proizvod i kupi [8, 9].

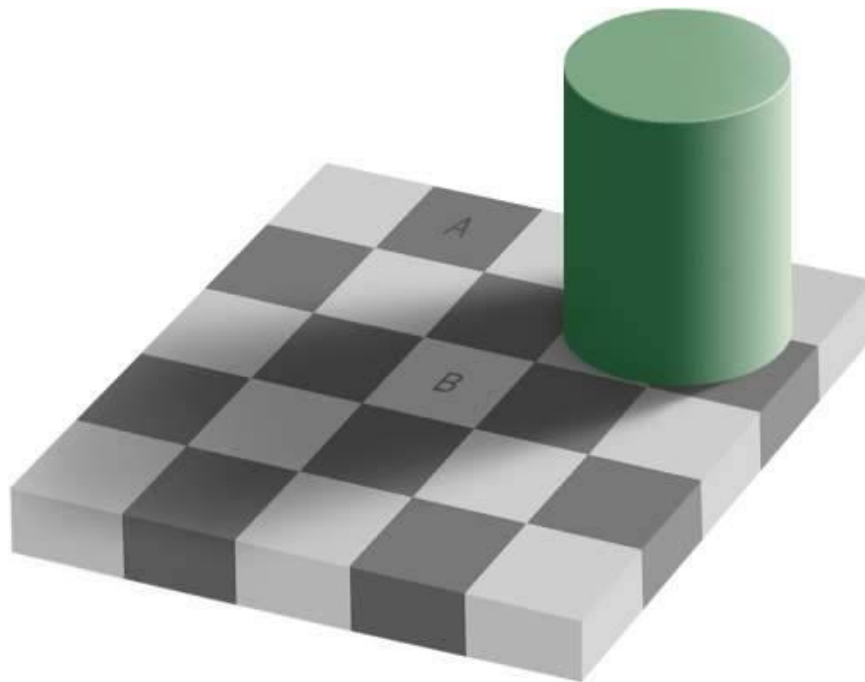


Slika 22. Optička iluzija bojama

#### **4.3. Utjecaj sjena na vizualnu percepciju boja**

Predmeti se ne mogu vidjeti bez svjetlosti. Bez sjene oni su samo dvodimenzionalne slike. Interakcija između svjetlosti i sjene nužna je za stvaranje dubine potrebne za dobro prepoznavanje oblika, površina i struktura. Istovremeno, prava kombinacija usmjerene svjetlosti i modeliranja stvara vizualni komfor i ugodno osvijetljenu atmosferu.

Međutim, upravo te sjene ponekad imaju veliki utjecaj na vizualnu percepciju boja, te identične boje daju drugačiji vizualni dojam.

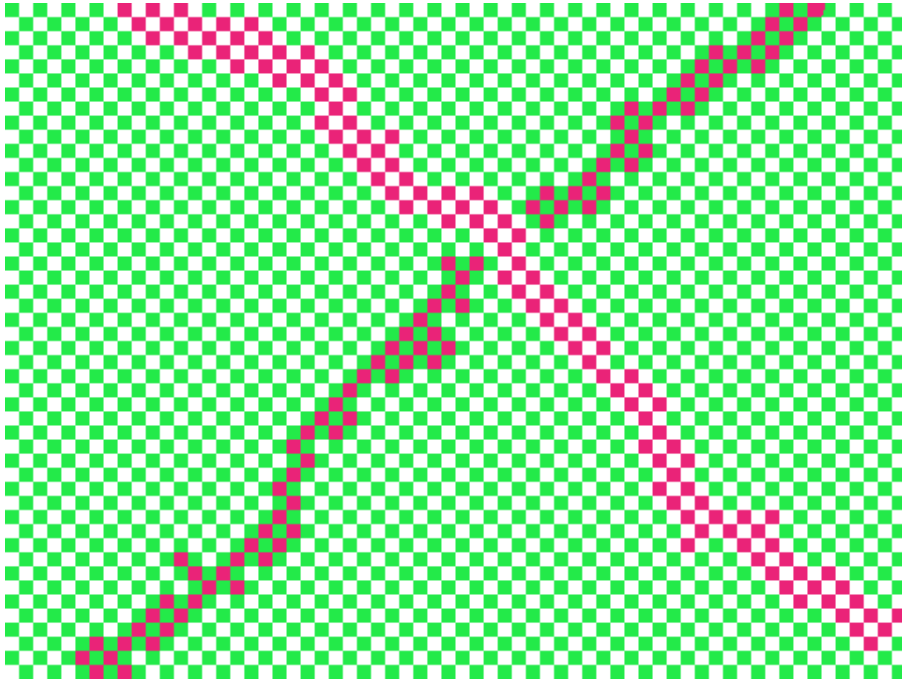


Slika 23. Utjecaj sjene na doživljaj boje – A i B polja su iste boje

U ovome primjeru su polje „A“ i polje „B“ jednake boje, iako izgledaju potpuno različito. Razlog tome je sjena koja se pojavljuje zbog zelenog stupa [10, 11].

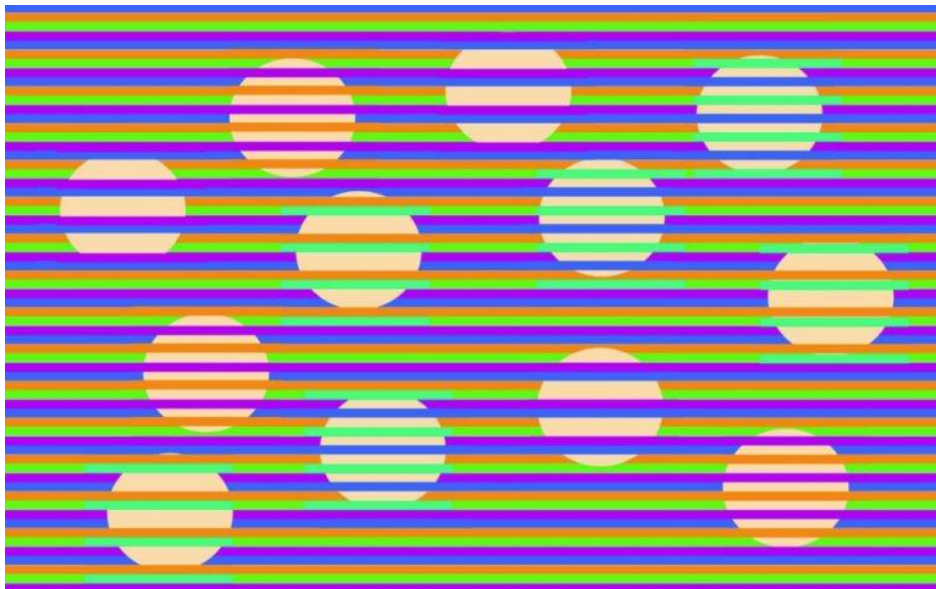
#### **4.4. Utjecaj kombinacije boja na vizualnu percepciju**

Raznim kombinacijama boja se također mogu postići razni vizualni efekti koje čovjeku daju drugačiji doživljaj od stvarnog. Postavljanjem jedne boje kraj druge i njihovim međusobnim položajima, mogu se postići vizualno tamniji ili svjetliji dijelovi. Na primjeru niže može se vidjeti jedna takva kombinacija, gdje su u pitanju samo dvije boje koje kombinacijama daju svjetlije i tamnije nijanse [10].



Slika 24. Iluzija kombinacijom boja

Sljedeća iluzija otkriva kakva nam je percepcija boja pod utjecajem drugih okolnih boja. Svi su krugovi zapravo iste boje, iako zbog kombinacije boja krugove doživljavamo u drugačijim nijansama [10, 12].

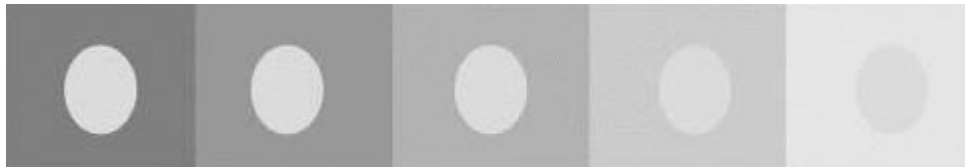


Slika 25. Optička varka kombinacijom boja



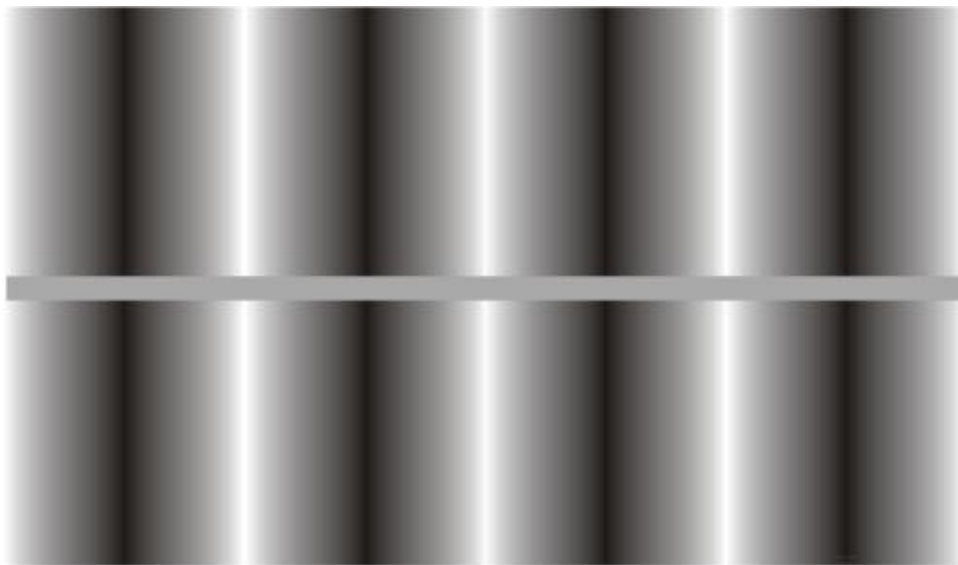
#### 4.5. Utjecaj okoline na vizualnu percepciju

Okolina objekta ima vrlo važan utjecaj na doživljaj boje. Bilo da se radi o crno bijelim slikama, ili o slikama u boji, mijenjanjem svjetline podloge, imamo osjećaj da se mijnja i ton boje samog objekta. U ovom primjeru možemo vidjeti kako različitim osvjetljenjima okoline kruga imamo osjećaj da se mijnja i boja kruga iako je ona na svim poljima jednake boje.



Slika 26. Utjecaj okoline na doživljaj boje

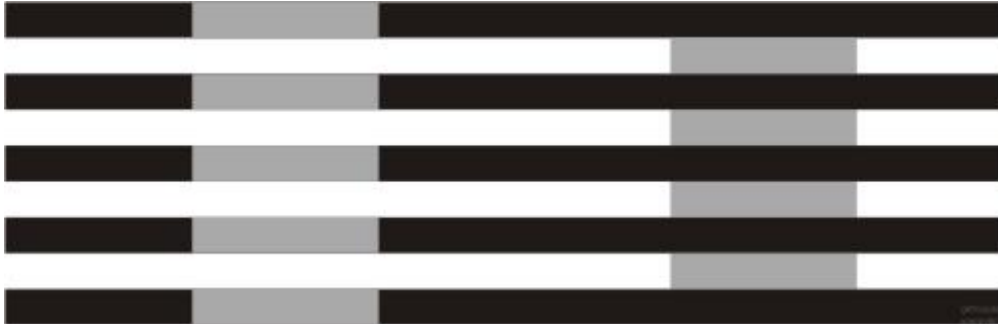
Na primjeru koji slijedi možemo također vidjeti kako nam boja okoline daje drugačiji doživljaj crte koju gledamo a koja je zapravo po cijeloj svojoj dužini iste boje mada ju doživljavamo kao prijelaz iz tamnijeg u svjetlije i obratno [10, 13].



Slika 27. Doživljaj boje utjecajem okoline

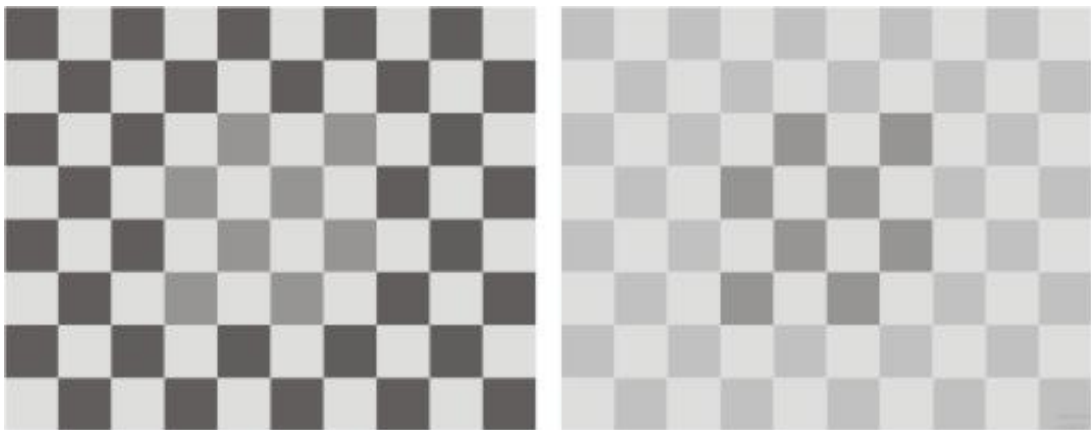
#### 4.6. Utjecaj boje podloge na vizualnu percepciju

Boja podloge ima znatan utjecaj na doživljaj boje jer je podloga direktno priljubljena za motiv koji promatramo. Kako se mijenja boja podloge, tako se mijenja i percepcija boje glavnog motiva kojeg gledamo. Iako se to dešava nesvjesno, svakako je uvijek prisutno i znatno utječe na doživljaj designa.



Slika 28. Utjecaj boje podloge

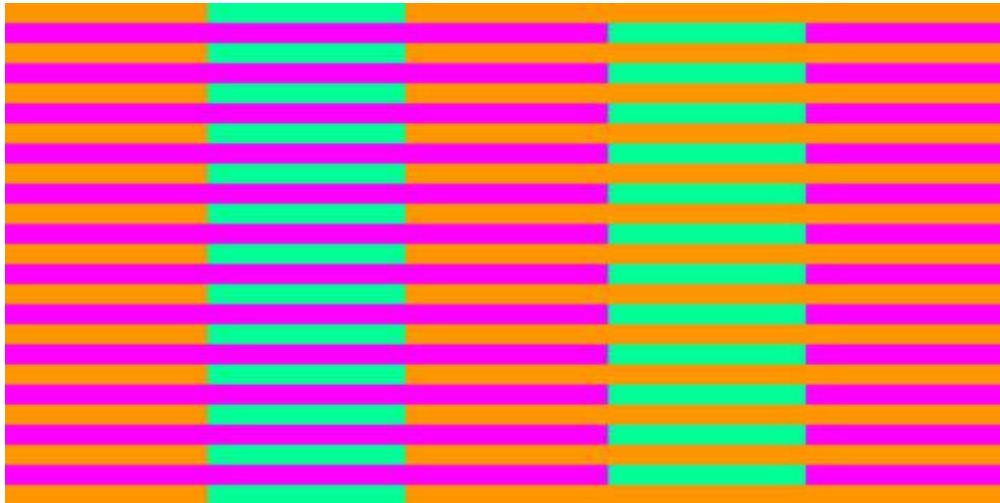
Ovo je najjednostavniji prikaz utjecaja boje podloge na doživljaj boje, gdje se vidi kako doživljavamo istu nijansu sive boje na crnoj ili na bijeloj podlozi.



Slika 29. Usporedba svjetle i tamne podloge

Na lijevoj i na desnoj slici su središnji kvadrati jednake boje. Razlog zbog kojeg nam se na lijevoj strani središnji kvadrati čine svjetliji, a na desnoj tamniji, je upravo boja podloge. Boja podloge nam daje vizualni doživljaj dugačiji od stvarnog [10, 14].

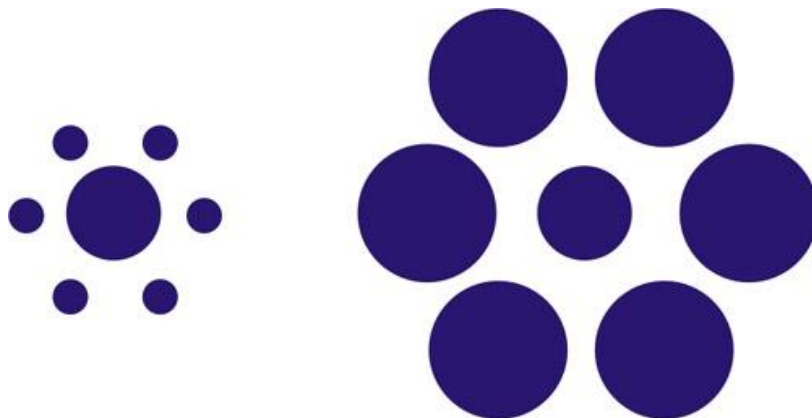
Kod slika u boji taj efekt je još izraženiji, jer se ne mijnja samo svjetlina boje nego i sama nijansa boje. Boja je zapravo ista, vizualna percepcija se mijenja zbog boje podloge. Na slici niže, lijevi i desni kvadrati su iste boje, ali se lijevi čini plav zbog toga jer u podlozi ima ljubičaste linije, a desni zelenkast jer su mu u podlozi narančaste linije.



Slika 30. Utjecaj boje podloge na vizualnu percepciju

#### 4.7. Utjecaj veličine na vizualnu percepciju

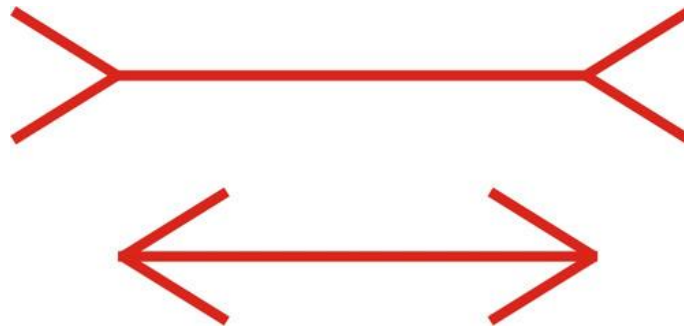
Veličina objekta kojeg promatramo isto tako utječe na doživljaj nekog objekta. Na lijevoj slici nam se središnji krug čini većim od desnog jer je okružen manjim krugovima. Krugovi su potpuno iste veličine [10, 14].



Slika 31. Utjecaj veličine objekta na vizualni doživljaj

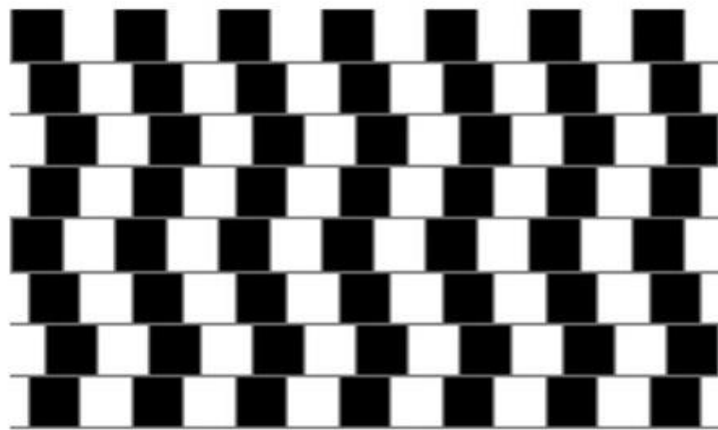
#### 4.8. Geometrijska iluzija

Kao što naziv implicira, geometrijska iskrivljenja ne odgovaraju stvarnoj geometriji slike, što dovodi do njihovog pogrešnog tumačenja. Ponekad nam neke iluzije proizlaze zbog geometrijskih položaja likova i njihovih međusobnih odnosa i položaja. Jednaka dužina linija može dati percepciju dužeg ili kraćeg kao na slici niže.



Slika 32. Optička iluzija jednakih linija

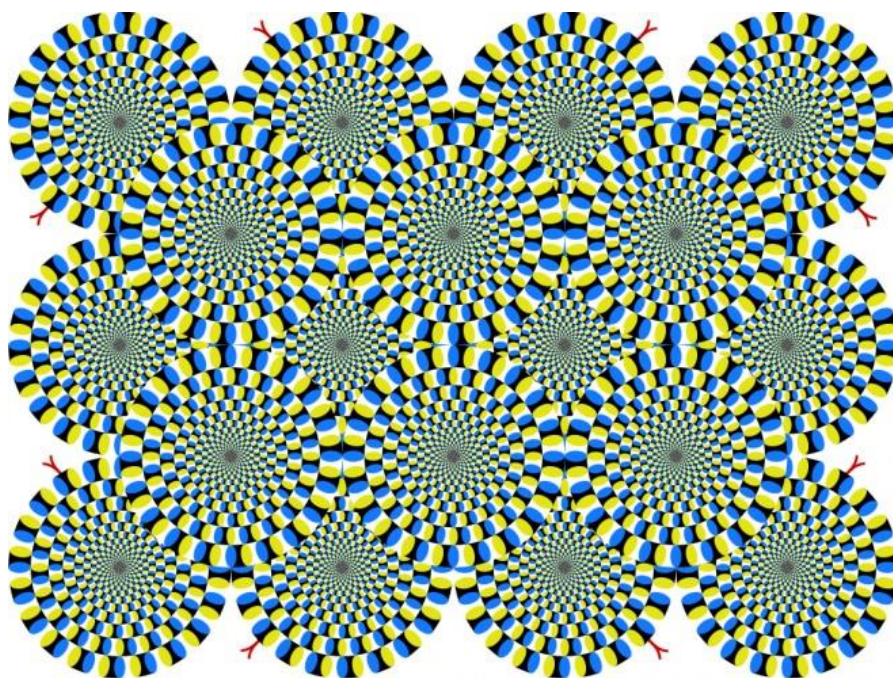
Isto tako kombinacijom linija i položajem kvadrata postiže se vizualna percepcija nakošenih ili valovitih linija, a linije su zapravo paralelne. Sa svim tim i sličnim kombinacijama postiže se optička iluzija koja se može koristiti namjerno ili nenamjerno u izradi nekog idejnog rješenja [10, 15].



Slika 33. Optička iluzija paralelnih linija

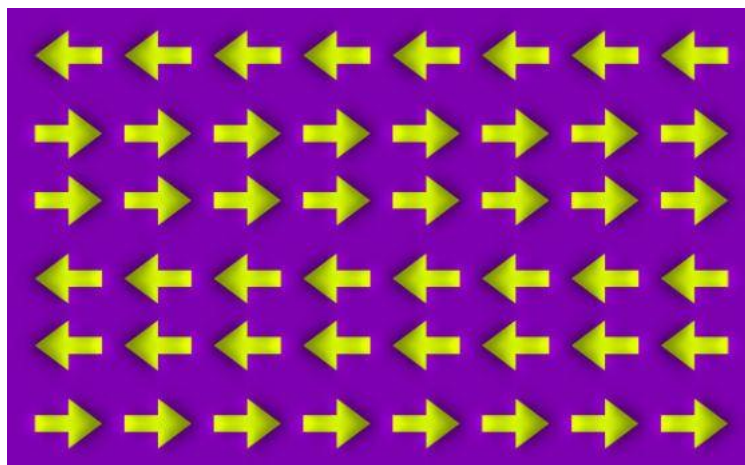
#### 4.9. Vizualna percepcija kretanja

Ljudski mozak procesira informacije na jednostavnoj bazi. Kada pomikemo oči s lijeva na desno, mi vidimo vizualne tragove u oba smjera u našem perifernom pogledu. Naš mozak procesira dio po dio slike. Zbog toga što naš mozak procesira elemente koji su u jakom kontrastu, odmicanje u mentalnom očitavanju vremena stvara dojam pokreta.



Slika 34. Iluzija kretanja

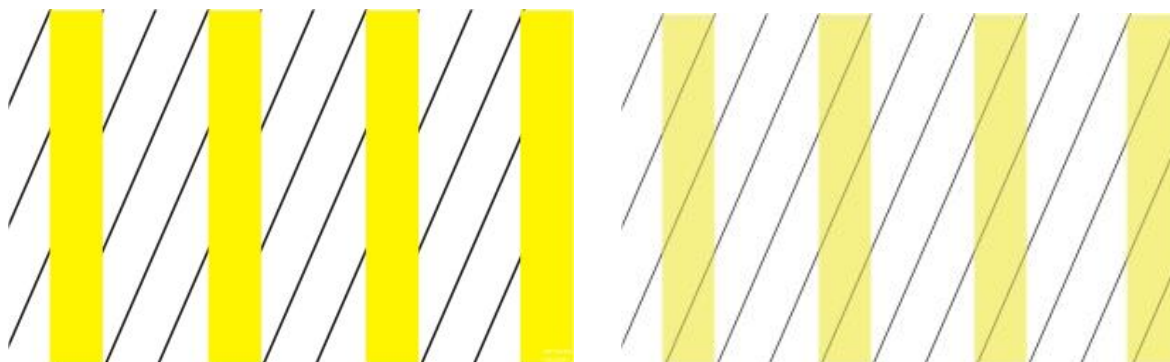
Ako pogledamo jednostavan primjer sa strelicama, također se možemo uvjeriti kako kombinacijom i položajem elemenata možemo postići vizualnu percepciju pokreta [16, 17].



Slika 35. Kretanje strelica

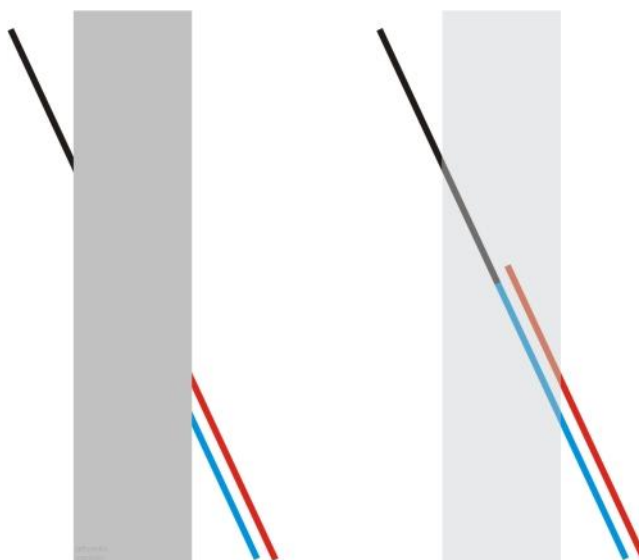
#### 4.10. Utjecaj kombinacija boja i linija

Naš mozak ne uspoređuje boje, on analizira situaciju. To je razlog zbog kojeg se na slici niže čini da su kose linije prekinute, a zapravo su cijele, jer oči i mozak odbijaju vjerovati.



Slika 36. Iluzija kosih linija

Kada se radi o obojenim linijama efekt je također identičan. Uvijek nam se pričinjava drugačije od onog kako zapravo u stvarnosti ispada [16].



Slika 37. Iluzija obojanih kosih linija

## 5. UTJECAJ PRIRASTA RASTERTONSKIH VRIJEDNOSTI

Fleksotisak je posljednjih godina u određenim poslovima dostigao vrsnu reprodukciju u tisku. Prije svega to je zasluga razvoja i primjene novih tehnologija izrade flekso fotopolimernog klišea. Smanjuje se minimalna veličina rasterskog elementa koji se održava na klišeu, pa se stoga proširuje reprodukcija i raspon najsvjetlijih tonova. Uvjet za povećanje kvalitete tiska bio je i povećanje linijature rastera. Jedan od najvažnijih parametara vrsnoće tiska je definiranje prirasta rastertonskih vrijednosti koji se mora uskladiti s postojećim standardima.

Kvaliteta i vjernost rasterske reprodukcije u suvremenoj grafičkoj tehnologiji vezana je prije svega uz dobro reproduciranje rasterskih elemenata. Za vrijeme proizvodnog procesa dolazi do promjene u veličini rasterskog elementa koja može rezultirati pomacima u tonu i obojenju. Postoje različiti faktori koji utječu na prijenos rastertonskih vrijednosti i koji mogu uzrokovati deformaciju rasterskog elementa. Najjednostavniji način kontrole prijenosa je mjerenje prirasta rastertonskih vrijednosti na mjernim poljima otiska. Prirast rasterskog elementa neizbježna je pojava kod tiska koja se nastoji kompenzirati i standardizirati. Promjena linijature rastera znatno utječe na prirast rasterskog elementa. S obzirom na poznatu činjenicu da veća linijatura uzrokuje i veći prirast rastertonskih vrijednosti, pomoću mjerenja se mogu utvrditi koje su granične vrijednosti prirasta rastertonskih vrijednosti kod različitih tiskovnih podloga. Ova saznanja omogućuje određivanje pravilne linijature u pripremi poslova kako bi se prirast rastertonskih vrijednosti održao u granicama postojećih standarda.

Fleksotisak je tehnika tiska koja najčešće koristi okrugli oblik rasterskog elementa. Zbog toga se često koristiti izraz rasterska točkica. Povećanje stvarne pokrivenosti u odnosu na teorijsku pokrivenost naziva se prirast rasterskih elemenata (eng. Dot gain). Noviji naziv je povećanje rastertonske vrijednosti (eng. Tone Value Increase -TVI)

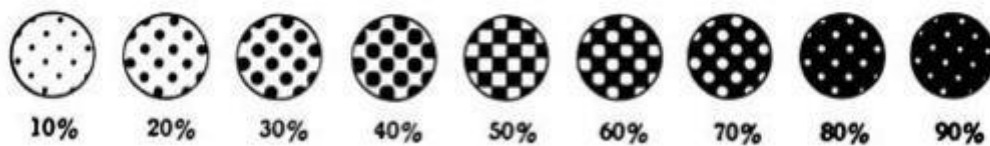
Obično se koristi jedna vrijednost kada je riječ o prirastu, a to je onda maksimalni prirast u tisku. Da bi dobro prezentirali karakteristike prirasta rastertonskih vrijednosti u tiskovnom sistemu, moramo prikazati krivulje prirasta za svaku osnovnu boju tiska. S obzirom na dosadašnja istraživanja može se reći da se povećanjem rastertonske vrijednosti povećava i prirast rastertonskih vrijednosti. Opseg kod 50 % rasterske točke je najveći, stoga se očekuje da će i prirast rasterske točkice biti najveći. Daljnjim povećanjem vrijednosti rastertonskih vrijednosti prema 100% prirast rastertonskih vrijednosti se smanjuje. Veće linijature rastera imaju više točkica na istom području u odnosu na manje linijature. Povećanjem broja točkica povećava se i prirast rastertonskih vrijednosti zbog toga jer je sveukupni opseg rasterskih točkica veći [18].

## **5.1. Rastriranje**

Rastriranje u fleksotisku ima specifičnosti koje proizlaze iz svojstva tiskovne forme, a riječ je o elastičnosti i kompresibilnosti. Posebnu pažnju treba obratiti na male rastertonske vrijednosti jer je česti slučaj u fleksotisku veliki prirast rastertonske vrijednosti upravo u tom području.

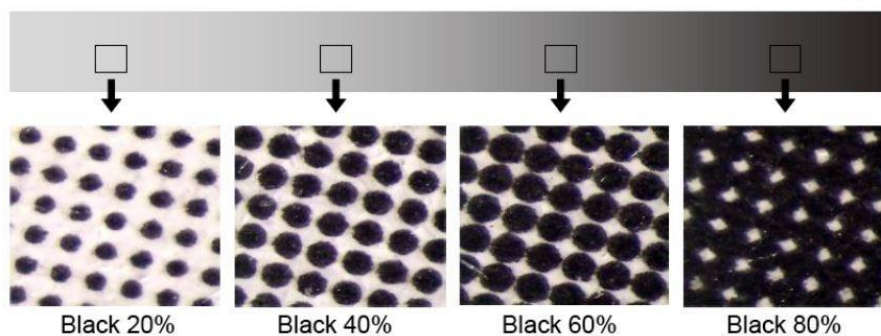
Kada govorimo o pojmu raster tada mislimo na sredstvo kojim se obavlja rastriranje, a kao njegov produkt nastaje rasterski element. Bez obzira radi li se o klasičnom ili digitalnom rastriranju nastanak višetonskih reprodukcija moguć je zbog tromosti ljudskog oka i nemogućnosti raspoznavanja pojedinačnih malih rasterskih elemenata.

Informacije o intenzitetu dobivamo iz skupne refleksije više rasterskih elemenata. Ukoliko je rasterski element manji, to je uočavanje rasterskog elementa na otisku teže. Možemo reći da je osnovna razlika među rasterima njihova veličina i međusobni razmak koji definiraju finoću rastera. Veličina rasterskog elementa može se izraziti kao postotak pokrivenosti površine rastertonske vrijednosti ili preko integralne gustoće obojenja [5].



Slika 38. Rastertonske vrijednosti

Temeljni tonovi na otisku postižu se većom pokrivenošću površine rasterskim elementima. Kod smanjivanja površine gustoće obojenja u rasterskim slikama prednost se daje okruglim raster elementima iz razloga što se dodiruju kod jedne pokrivenosti i zacrtnjenosti od otprilike 65% (simetrične okrugle točkice) odnosno 80% (asimetrične okrugle točkice).

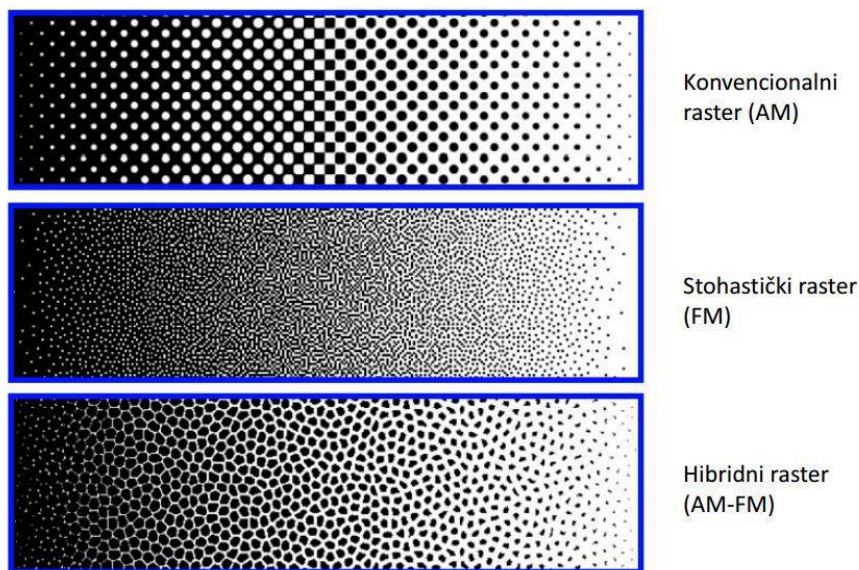


Slika 39. Princip višebrojne reprodukcije

## 5.2. Vrste rastera

Osnovna podijela rastera je na klasični raster odnosno amplitudno modulirani (AM) i na stohastički raster odnosno frekventno modulirani (FM). Danas je u porastu i upotreba takozvani hibridnih rastera koji obuhvaćaju različite vrste rastera i oblik rasterskih elemenata te rasteri s modulacijom obojenja [5].



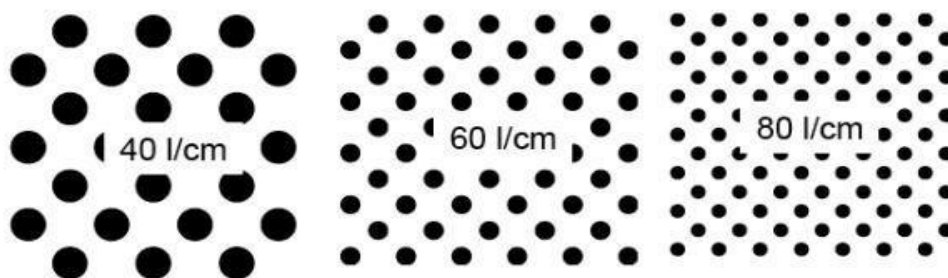


Slika 40. Vrste rastera

Kada govorimo o amplitudno moduliranom rasteru tada govorimo o modulaciji veličine rasterskih elemenata dok je razmak između njih uvijek konstantan (ovisi o linijaturi). Frekventno modulirani raster je raster kod kojeg je veličina rasterskih elemenata jednaka, a modulira se njihova frekvencija. Kombinacijom AM i FM rastera dobiva se hibridni raster. FM se koristi za 0-10% i 90-100% rastertonskih vrijednosti, a za ostatak se koristi AM raster.

### 5.3. Linijatura rastera

Kada govorimo o finoći rastriranja tada možemo reći da finoća amplitudno moduliranog rastera ovisi o linijaturi rastera. Linijatura je definirana gustoćom rasterskih linija odnosno brojem linija po inču (lpi) ili centimetru (lin/cm). Linijatura AM rastera ili finoća rastriranja ovisi o namjeni reprodukcije, tehnicu tiska te o tiskovnoj podlozi i boji koja će se koristiti. Prema tome raster možemo podijeliti na grubi raster (do 30 l/cm), srednje fini (30-60 l/cm) i fini raster (iznad 60 l/cm).



Slika 41. Linijatura rastera

Kod FM rastera nema linijature kao kod AM rastera jer je razmak između rasterskih elemenata različit, stoga finoća FM rastera ne ovisi o linijaturi već o veličini rasterskog elementa. Ako je rasterski element okruglog oblika, što je najčešći primjer, linijatura se definira promjerom rasterskog elementa u mikrometrima ( $\mu\text{m}$ ) [5].

#### 5.4. Kutevi rastera

Jedan od najvećih problema kod amplitudno moduliranog rastriranja je vidljivi uzorak koji može nastati na reprodukciji i predstavlja tehničko ograničenje procesa, a naziva se moiré. Do moiré – a dolazi ukoliko nisu pravilno podešeni kutevi rastera na pojedinim separacijama. Zato se svaka boja podešava pod određenim kutom da bi se smanjio negativan učinak moiré – a. Ta tema je donekle obuhvaćena u poglavlju o aniloks valjku gdje su ujedno i navedeni uzroci vezani uz aniloks valjak. Također valja napomenuti da su kutevi rastera definirani prema aniloks valjku graviranim pod kutem od  $45^\circ$ . Moiré pojava je izraženija što je pomak kuta manji. U fleksotisku treba posebno pripaziti na ovu pojavu prilikom tiska na rastezljive podloge gdje lakše dolazi do pomaka pasera [5].



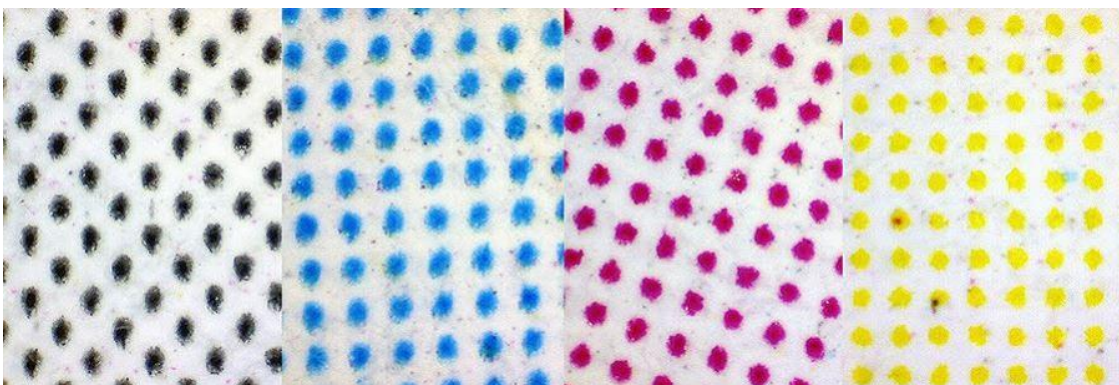
Slika 42. Kutevi rastriranja kod fleksotiska

## 5.5. Deformacije rastera

Iako je do danas tehnologija mnogo napredovala, još uvijek se suočavamo s problemima prilikom dobivanja kvalitetnog otiska posebice ukoliko neki od parametara sustava nije postavljen u optimalan odnos s ostalim elementima. Jedan od najvažnijih parametara u smanjenju kvalitete tiska jest deformacija rasterskih elemenata. Mnogo faktora utječe na rasterski element prilikom proizvodnje i s obzirom na tu činjenicu rasterski element se može povećati (pozitivna deformacija) ili pak smanjiti (negativna deformacija) u odnosu na teoretsku površinu. Kada govorimo o deformaciji, većinom je riječ o pozitivnoj deformaciji, a to je deformacija kad je stvarna veličina rasterskog elementa veća od teoretske veličine. Valja napomenuti da je deformacija rasterskih elemenata pojava koja se događa neovisno o vrsti rastriranja.

Deformaciju rasterskih elemenata možemo podijeliti na geometrijsku deformaciju i optičku deformaciju. Postoje različiti uzroci deformacija rasterskih elemenata no najčešći su oni vezani za sile pritiska između valjaka, bubnjeva i cilindara.

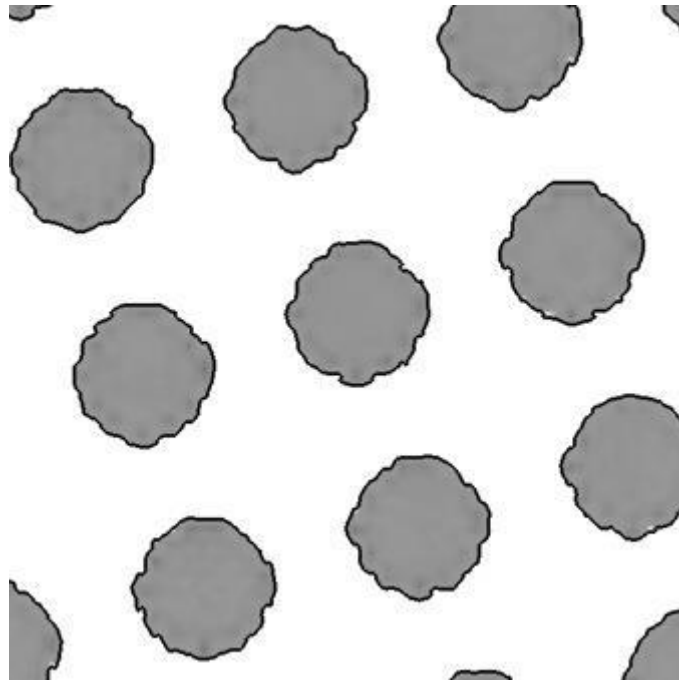
Geometrijska deformacija rasterskih elemenata nastaje prilikom mehaničkih djelovanja na rasterski element za vrijeme i nakon tiska, a riječ je o obodnim brzinama cilindara te pritisku na materijal. Geometrijska deformacija rasterskih elemenata za vrijeme i nakon tiska može se najčešće dogoditi uslijed smicanja, razmazivanja i dubliranja. Za razliku od geometrijske deformacije, optička deformacija rasterskih elemenata nastaje uslijed refleksije svjetlosti s unutarnjih slojeva tiskovne podloge [18].



Slika 43. Deformacija rasterskih elemenata

Bez obzira na vrstu deformacije vrlo je bitno ustanoviti deformaciju koju je moguće djelomično smanjiti pravilnim kalibriranjem i karakteriziranjem proizvodnog sustava posebno definiranim profilima.

Kvaliteta rasterskog elementa uvelike ovisi i o njegovoj promjeni. Rasterski elementi mogu biti različitog oblika no najčešći oblik rasterskog elementa je krug koji se u postupku reprodukcije deformira prolazeći kroz pojedine faze. Rubovi elementa postaju „nazubljeni“. Savršeni krug odnosno idealni element ima i najmanji mogući opseg dok realni element ima „nazubljene“ rubove i veći opseg. Što je deformacija rasterskog elementa veća to je ljudski doživljaj oštine i kontrasta otiska manji.



Slika 44. Nazubljenost rasterskog elementa

## 6. EKSPERIMENTALNI DIO

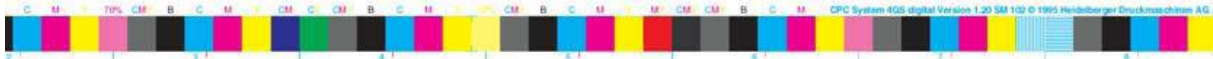
Tiskovna podloga ima važnu ulogu u reprodukciji boja, jer njezina optička i površinska svojstva utječu na to kako se reflektira svjetlost i na to kako će se boje i tonske vrijednosti reproducirati prilikom tiska. Stoga je neophodno upoznati te čimbenike i shvatiti kako podloga utječe na to, te kako se boje percipiraju ljudskim okom. Različite vrste lakova također utječu na to kako se percipira ista boja.

### 6.1. Mjerni uređaji

Boja se zapravo i ne može mjeriti. Boja nije svojstvo fizičkog svijeta, već psihički doživljaj izazvan fizičkim podražajem. Ono što se zapravo mjeri je taj fizički podražaj, tj. svjetlo koje je ušlo u promatračevo oko i u njegovom mozgu proizvelo doživljaj boje. Ta grana nauke o

bojama koja se u prvom redu bavi bročanim određivanjem boje u odnosu na određeni vizualni podražaj naziva se kolorimetrija.

Boja se mjeri zbog potrebe za objektivnim uspoređivanjem boja, kontrole boja na reprodukciji, određivanja tolerancija za reprodukciju pojedinih boja u tisku, kontrole pojedinih faza u reprodukcijском procesu, kalibracije ulaznih i izlaznih uređaja, i dr.



Slika 45. Klin za mjerenje vrijednosti boja

### 6.1.1. Densitometar

Pomoću densitometra mjerimo optičku gustoću obojenja otisnutog bojila na tiskovnoj podlozi. Densitometar radi tako da iz usmjerenog izvora svjetla svijetlost prolazi kroz leću, polarizator, filter i osvjetljava otisnutu površinu. Ovisno o koncentraciji pigmenata i nanosu bojila dio svjetla se apsorbira. Neapsorbirano svjetlo s površine se reemitira pod kutem od  $45^\circ$  i kroz sustav leća dolazi u fotodiodu. Fotodioda pretvara reemitirano svjetlo u impulse električne energije, koje elektronički sklop uspoređuje s izmjerenom vrijednošću referentnog bijelog standarda. Dobivena razlika predstavlja apsorpciju izmjerenog nanosa bojila i prikazuje se na ekranu. Za mjerenje otiska koriste se refleksijski densitometri. Gustoća obojenja mjeri se na 100% otisnutim tiskovnim elementima, kao i u željenim rastertonskim područjima. Izmjerene vrijednosti moguće je izraziti u obliku: krivulja reprodukcija, relativnog tiskarskog kontrasta, trapinga, sivoće i greške tona [5].



Slika 46. Densitometar

### 6.1.2. Kolorimetar

Uređaj koji mjeri tristimulusne vrijednosti boja na način sličan ljudskom doživljaju boja, u pravilu podešenom prema krivulji standardnog promatrača. Mjerenje boja kolorimetrom temelji se na uspoređivanju ispitivane boje s bojom nastalom u kolorimetru miješanjem osnovnih boja aditivne sinteze. Jedna od najvažnijih prednosti kolorimetra je da omogućava izračunavanje  $\Delta E$  razlike boja, na temelju razlika u svjetlini, tonu i kromatičnosti. Dozvoljena odstupanja su standardizirana i specificirana za različite vrste proizvoda. Glavni nedostatak kolorimetra je nemogućnost registriranja metamernih boja. Oni su ograničeni na standardnog promatrača i na samo jedan standardni izvor svjetla, pa ne mogu provjeriti da li se dva različita uzorka boja vizualno poklapaju pod različitim izvorima svjetla [5].



Slika 47. Kolorimetar

### 6.1.3. Spektrofotometar

Spektrofotometri su mjerni uređaji koji cjelovito opisuju obojenje. Za razliku od denzitometra, spektrofotometrima određujemo dominantne valne duljine, zasićenje i svjetlinu obojenja. Najčešće korišteni sustav opisivanja obojenja je CIE Lab sustav. Na temelju izmjerenih vrijednosti ova tri parametra određuju se 3D koordinate u prostoru boja. Koordinate obojenja moguće je uspoređivati s bilo kojim obojenim uzorkom (original, probni otisak, otisak iz naklade) bez obzira na tiskovne podloge, tip grafičkog bojila i tiskarskog procesa [5].



Slika 48. Spektrofotometar

## 6.2. Transparentna etiketa bez bijele podloge

Kada se radi o transparentnim etiketama, svi dijelovi koji se žele naglasiti ili koji trebaju biti reproducirani kao na ekranu, moraju se podložiti tiskom bijele boje. U nekim slučajevima to se namjerno ne radi kako bi se postigao efekt sa samom bojom podloge na koju se etiketa aplicira. To su često neke metalizirane podloge poput limenki ili pak transparentne boce u kojima se bojom tekućine postiže željeni efekt dizajna. Kod takvih dizajna je teško odrediti boju unaprijed, već se kod samog tiska boja ovjerava direktno na boci na koju će se etiketa aplicirati, kako bi se trenutno moglo reagirati i promijeniti ton boje ukoliko je to potrebno da se potigne željeni efekt.



Slika 49. Transparentna etiketa na bez bijele podloge



Slika 50. Transparentna etiketa bez bijele podloge aplicirana na boci

### **6.3. Transparentna etiketa sa bijelom podlogom**

Pošto se shrink sleeve materijal proizvodi transparentan, potrebno je na etiketi tiskati podložnu bijelu boju kako bi se prikrija pozadina na koju se aplicira, tj. kako bi etiketa bila što je manje moguće providna. Kupci često zahtijevaju da ta podloga bude što je moguće jača, bilo da se radi o cijeloj bijeloj podlozi ili samo segmentnoj bijeloj podlozi.





Slika 51. Transparentna etiketa sa standardnom bijelom podlogom

#### 6.4. Transparentna etiketa sa metalik podlogom

Zahtjevi tržišta su sve veći i traže se ekskluzivni dizajni. Takvi proizvodi se izrađuju sa dodacima poput metalik sjaja. Metalizirani efekt se u tisku jednim dijelom može postići miješanjem nekih od osnovnih boja sa metalik bojom. Tu se ovisno o udjelu metalik boje u zadanoj boji mijenja njegova metaliziranost. Tamnije boje zahtijevaju manji postotak udjela srebrne ili neke druge osnovne metalizirane boje, te je samim time metalik efekt manje izražen. Druga opcija je tisak metalizirane boje ispod cijele površine ili ispod površine koja je zamišljena da bude metalik, te preko nje tisak neke pantone boje. Time se postiže znatno bolji metalik efekt ali se i boja znatno mijenja obzirom na takvu podlogu. Tako se naprimjer za dobivanje neke bakrene nijanse na srebrnoj boji podloge, koristi ton narančaste boje. Prema tome, ovakve etikete se ne mogu izraditi prema mjerenim vrijednostim boja, nego se isključivo ovjeravaju uz prisutnost kupca i to vizualnim putem. Naravno da je takva izvedba skuplja, ali je i znatno učinkovitija glede postizanja metalik efekta.



Slika 52. Identična boja na bijeloj podlozi i na metalik podlozi

### 6.5. Utjecaj laka na doživljaj etikete

Dodatna ekskluzivnost etiketa može se postići dodavanjem raznih vrsta lakova. Bilo da se radi o laku za vizualni dojam, ili čak za fizički opip, lakovi daju dodatnu vrijednost i odudarnost etikete od ostalih. Kada se želi nešto naglasiti, većinom se to radi segmentno kako bi željeni dio došao do izražaja a ne se stopio sa ostatkom etikete. Nakon nanosa laka, boja se promjeni i daje drugačiju vizualnu percepciju, pa se ni takve etikete ne mogu ovjeriti drugačije nego vizualnim putem. Naravno da su potrebni neki početni parametri, tj. da je potrebno odrediti boje koje se žele ostiti, ali je potrebno imati na umu da će se nakon nanosa laka taj dio promijeniti.



Slika 53. Usporedba etikete sa nanešenim mat lakom i bez

## 6.6. Utjecaj specijalnog „pearl“ laka na doživljaj boje

Specijalni lakovi služe za dobivanje posebnih efekata na etiketama. Jedan od njih je „pearl“ lak koji daje etiketi ekskluzivan i pomalo metalik efekt. Iako služi za dobivanje posebnih efekata, on osnovnoj boji daje drugačiji vizualni dojam. Na primjeru je pokazano da njegov efekt perla daje mliječan premaz boji te iz osnovne boje nastaje boja koja nije nalik određenoj pantone boji. Radi se o pantone boji 2035, gdje je jasno vidljiva razlika u doživljaju iste boje sa bojom koja je otisnuta s dodatnim „pearl“ lakom. Usporedba se može napraviti i na samoj etiketi jer je boja teksta i boja bodloge identična boja, samo što preko teksta nije nanešen lak.



Slika 54. Pearl lak

## 6.7. Utjecaj veličine etikete na doživljaj boje

Na tržištu se često pojavljuju isti proizvodi pakirani u različite zapremnine. Proporcionalno veličini proizvoda, mijenja se i veličina etikete. To je najčešće pojava kod pakiranja za sokove, omekšivače i slično. Pošto se ti proizvodi nalaze jedan kraj drugog izloženi u dućanu, bitno je da etikete budu jednake. Tu često dolazi do vizualnih razlika kada se oslonimo na izmjenere vrijednosti boja. Praksa je pokazala da je vjernije vizualno usportediti etikete različitih veličina i ujednačiti ih. Zbog veličine motiva i elemenata dizajna, dvije etikete različitih veličina mogu dati drugačiji vizualni doživljaj. Izmjerene vrijednosti ne znače nužno i jednaku vizualnu percepciju boja. Na te boje dijeluju, kako okolina, tako i sama veličina. Primjerice, na maloj etiketi je sve pomalo više nagužvano nego na velikoj, te će neki puta djelovati tamnije od velike i obratno.



Slika 55. Usporedba manje i veće etikete istog designa

## 6.8. Utjecaj prirasta rastertonske vrijednosti na doživljaj boje

Pošto u tehnici fleksotiska nije moguć tisak prijelaza u nulu, taj završetak koji završava na cca 2-3% često ima veliki prirast rastertonske vrijednosti i vizualno se proicira kao rub koji je oštro odrezan.

Iz tog razloga se na takvim nježnim prelazima, gdje se zahtijeva prijelaz u potpuno svijetle dijelove, koristi hibridni raster. Osim toga u nekim slučajevima gdje se ni time ne zadovolji vizualni dojam, postoji mogućnost da se minimalan raster provuče ispod cijele površine. To svakako ne znači prijelaz u nulu, ali vizualno gotovo i nije vidljivo, te se time eliminira grubi završetak rastera i pojavljivanje oštrog završetka. Pojavljivanje takvog oštrog završetka daje također drugačiju vizualnu percepciju boje, te utječe na cjelokupan doživljaj etikete.

U sljedećem primjeru jasno je prikazan jedan takav slučaj gdje je tiskano više pantone boja, te se pojavljuju rupe na dizajnu zbog toga jer se na formi nisu pojavile minimalne rastertonske vrijednosti koje su zatijevane na dizajnu.



Slika 56. Nedostatak rastera u finim dijelovima

U primjeru niže prikazan je prirast rastertonskih vrijednosti koji znatno utječu na vizualni dojam boje, te se umjesto finog završetka pojavljuje pojačan prikaz završetka u obliku definirane linije. Takva pojava je nepoželjna i može dati pogrešnu viziju dizajna.



Slika 57. Oštar završetak na rubovima

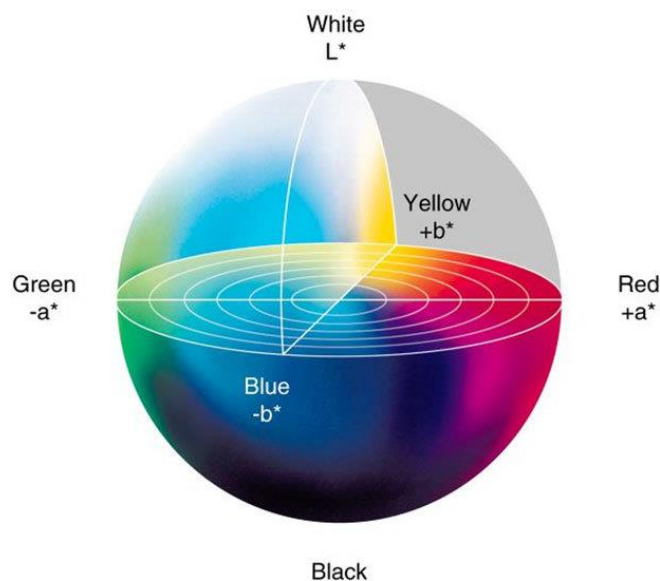
## 6.9. Mjerenja spektrofotometrom

Mjerenja su rađena na ranije prikazanim primjerima, mjernim uređajem „Xrite exact pantone“. To je spektrofotometar koji ima mogućnost isčitati vrijednosti bazne boje, te je usporediti sa sljedećom izmjerenom automatski izračunavajući njihovu razliku ( $\Delta E$ ).



Slika 58. Spektrofotometar „Xrite exact pantone“

Mjerenje se odvija unutar CIE Lab sustava. CIE Lab je trodimenzionalni prostor boja baziran na percepciji boje standardnog promatrača. Njegove koordinate odgovaraju teoriji suprotnih boja tj. parova, svjetlo – tamno, crveno– zeleno, žuto – plavo. Prednost ovog sustava je i uvođenje svjetline kao treće dimenzije. Numeričke vrijednosti u CIE Lab sustavu opisuju sve boje koje može razlikovati ljudsko oko. U CIE Lab sustavu boje su opisane pomoću tri osi. Dvije kromatske, „a“ (crvena i zelena) i „b“ (plava i žuta). Svjetlina „L“ je akromatska os i mjeri se od 0 do 100 po vertikalnoj osi, gdje je 0 vrijednost za crnu, a 100 za bijelu.



Slika 59. CIE Lab sustav

### 6.9.1. Izmjerene vrijednosti

Izvršena su mjerenja u odstupanju boja ovisno o utjecaju ostalih čimbenika koji utječu na vizulani doživljaj boje. Boja nije svojstvo fizičkog svijeta, već psihički doživljaj izazvan fizičkim podražajem, pa se tako boja zapravo i ne mjeri, nego se mjeri taj fizički podražaj. Mjeri se kolorimetrijska razlika između divju boja u CIE sustavu. Ta razlika u boji između originala i reprodukcije izražava se kao  $\Delta E^*_{ab}$ . Izračunava se kao srednja vrijednost razlika između L, a i b vrijednosti standarda i vrijednosti izmjerene na uzorku.

Sa stanovišta kontrole kvalitete u grafičkoj tehnologiji, kolorimetrijska razlika opisuje kvalitetu reprodukcije, odnosno pokazuje odstupanje reprodukcije od originala. Jednostavno ocjenjivanje odstupanja boja može se provesti na osnovi vrijednosti kolorimetrijske razlike prema slijedećim kriterijima:

$\Delta E < 0,2$  razlika boja se nevidi

$\Delta E = (0,2 - 1)$  razlika boja se primjećuje

$\Delta E = (1 - 3)$  razlika boja se vidi

$\Delta E = (3 - 6)$  razlika boja se dobro vidi

$\Delta E > 6$  očigledna odstupanja boja

Tablica 1. Mjerenje spektrofotometrom

| <b>Uzorak:</b>   | <b><math>\Delta E^*94</math></b> | <b><math>\Delta E^*94</math></b> | <b><math>\Delta E^*94</math></b> | <b><math>\Delta E^*94</math></b> | <b><math>\Delta E^*94</math></b> |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1.) Violeta Coral sea – narančasta (slika 52.)         | 35.96                            | 35.89                            | 35.99                            | 36.01                            | 35.95                            |
| 2.) Rajo probia natur – crvena (slika 53.)             | 2.16                             | 2.09                             | 2.17                             | 2.00                             | 2.02                             |
| 3.) Vegeta – pearl lak na podlozi (slika 54.)          | 3.66                             | 3.69                             | 3.66                             | 3.65                             | 3.64                             |
| 4.) Studena ice tea brusnica – plava (slika 55.)       | 9.78                             | 9.70                             | 9.75                             | 9.72                             | 9.79                             |
| 5.) Studena ice tea brusnica – zeleni krug (slika 55.) | 8.19                             | 8.23                             | 8.16                             | 8.19                             | 8.18                             |

Analiza mjerenja:

a) Violeta Coral sea – narančasta (slika 52.)

Izmjerene vrijednosti prikazuju velika odstupanja što je vidljivo i na uzorku. U ovom prijemu prikazano je koliki utjecaj ima metalizirana srebrna boja ako se stavlja ispod neke druge boje. Narančasta boja je postala metalizirana, ali je ujedno i potamnila i u potpunosti promijenila vizualni dojam. Zbog tog razloga teško je predvidjeti koje promjene će se dogoditi ukoliko želimo postići neki metalizirani efekt i koju boju ćemo odabrati da dobijemo željeni ton i krajnji metalizirani efekt.

b) Rajo probia natur – crvena (slika 53.)

Mjerenja ne pokazuju velike razlike u boji iako je jedna etiketa sjajna, a jedna matirana. Vizualno je to poprilično velika razlika, te je kod takvih slučajeva također problem definirati ton boje pošto ono daje drugačiji vizualni dojam kada postane matiran.



c) Vegeta – pearl lak na podlozi (slika 54.)

Na primjeru je vidljiva razlika osnovne pantone boje u usporedbi sa bojom na koju je nanešen „pearl“ lak koji služi za postizanje specijalnih efekata. Izmjerene vrijednosti nemaju veliko odstupanje uspoređujući boju bez laka i boju sa lakom, međutim, vizualni dojam daje veilku razliku.

d) Studena ice tea brusnica – plava (slika 55.)

Uspoređujući plavu boju oko slova „ice tea“ na velikoj i maloj etiketi, vidimo da izmjerene vrijednosti imaju velike razlike. Zbog veličine etikete vizualni dojam je isti bez obzira na izmjerene vrijednosti. Ovi proizvodi izloženi na policama u trgovinama stoje jedan kraj drugog te je bitno da izgledaju identično i da se zna da se radi o istom proizvodu samo različite zapremnine. Izmjerene vrijednosti ne moraju nužno pratiti vizualni doživljaj boja jer uređaju za mjerenje ne uzimaju u obzir ostale čimbenike koji utječu na doživljaj boje.

e) Studena ice tea brusnica – zeleni krug na dnu etikete (slika 55.)

Ovdje također možemo vidjeti koliki utjecaj ima veličina promatranog dijela na vizualnu percepciju. Iako su izmjerene vrijednosti pokazale velika odstupanja u boji, etikete izgledaju jednako.

## 6.10. Mjerenja digitalnim mikroskopom

Za mjerenje je korišten digitalni mikroskop Dino – Lite, koji je kompaktan i s puno mogućnosti u odnosu na tradicionalni mikroskop. Ovaj mikroskop može se povezati s računalom i omogućava snimanje fotografija i filmova, kao i snimanje s ubrzanim protokom vremena. Ovisno o verziji, povećanje je moguće u rasponu od 10 do 200 pa čak i 500 posto. LED svjetla su u bijeloj, polariziranoj, ultraljubičastoj, infracrvenoj ili promjenjivoj kombinaciji. Većina njih ima mogućnost kalibracije i mjerenja. Samo kućište je kompozitno ili od aluminijske legure. Ova vrsta mikroskopa ima širok raspon primjene i to u medicini, tisku i tekstilu, u edukacijskim ustanovama te industriji.

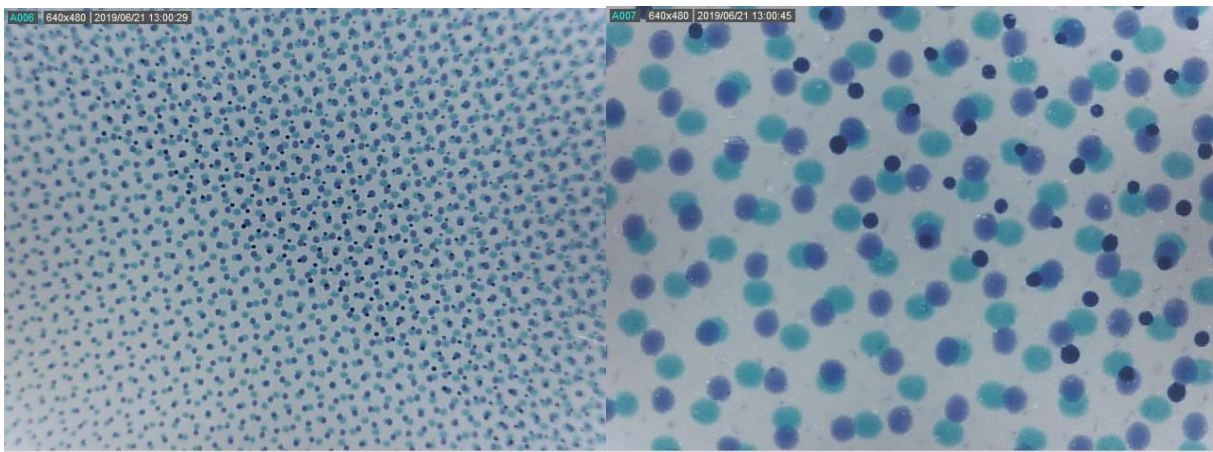


Slika 60. Digitalni mikrometar

### 6.10.1. Mjerenje završetka rastera

Prema ranije navedenom primjeru (slika 56.), gdje je prikazan nedostatak rastera koji se proicira kao rupa u dizajnu, može se mikroskopskim povećanjem utvrditi stvarno stanje rasterskih elemenata čime se lakše pristupi problemu i izradi kvalitetnijeg rješenja koje će rezultirati željenim vizualnim dojmom.

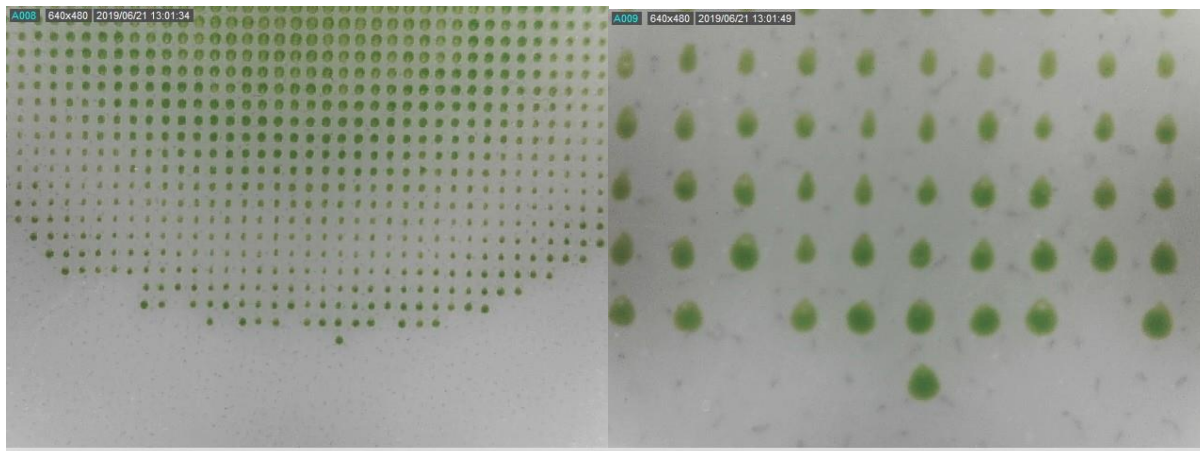
Vidljivo je kako je tisak izveden sa tri pantone boje od kojih jedna završava, ali ne sa dovoljno finim rasterom, te se to vizualno odražava kao nedostatak dizajna. Iako su rasterski elementi pravilni i postoji podložna boja, efekt je vidljiv i rješava se završetkom sa frekventno moduliranim rasterom koji takve završetke može dovesti do manjeg postotka rastertonskih vrijednosti.



Slika 61. Prerani završetak rastera

Drugi primjer se odnosi na neželjeno proiciranje pojačavanja završetka umjesto finog prijelaza u nulu (slika 57.). Mjerenjem digitalnim mikroskopom vidljivo je kako je došlo do prirasta rastertonskih vrijednosti i njihovih deformacija, što rezultira vizualnim dojom zadebljane linije na završetku. Takvi završeci su također riješivi hibridnim rasterom, odnosno

tiskom ostalih dijelova dizajna sa amplituno moduliranim rasterom, a završetaka sa frekventno moduliranim.



Slika 62. Prirast rastertonske vrijednosti

### 6.11. Istraživanje na ispitanicima

Prema mjerenim primjerima iz prakse provedeno je istraživanje na četiri ispitanika koji nisu grafički obrazovani. Pitanje je glasilo, da li su oba uzorka koja se uspoređuju iste boje.

Tablica 2. Istraživanje na ispitanicima

| Uzorak:  | Ispitanik 1 | Ispitanik 2 | Ispitanik 3 | Ispitanik 4 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1.) Violeta Coral sea – narančasta (slika 52.)         | ne          | ne          | ne          | ne          |
| 2.) Rajo probia natur – crvena (slika 53.)             | ne          | ne          | ne          | ne          |
| 3.) Vegeta – pearl lak na podlozi (slika 54.)          | ne          | ne          | ne          | ne          |
| 4.) Studena ice tea brusnica – plava (slika 55.)       | da          | da          | da          | da          |
| 5.) Studena ice tea brusnica – zeleni krug (slika 55.) | da          | da          | da          | da          |

Ovo je još jedan dokaz koji potkrepljuje hipotezu kako izmjerene vrijednosti ne znače nužno i jednaku vizualnu percepciju, te kako se sve različitim čimbenicima može utjecati na istu boju.

## 7. ZAKLJUČAK

Bez obzira na točno izmjerene vrijednosti definiranih boja, odstupanja u vizualnom doživljaju uvijek postoje. Cilj je osvijestiti naručioce ambalaže na način da uzimaju u obzir sve ostale čimbenike koji utječu na doživljaj boje, te da u tom dijelu moraju biti spremni na kompromis između istih izmjerenih vrijednosti boja. Razlog toga mogu biti iste vrijednosti definiranih boja na različitim veličinama etiketa, različito izrađenim dizajnima, različitom okolinom ili podložnim bojama i sl. Kroz primjere se dokazalo, kako se sve može utjecati na doživljaj boje, te kakvi su krajnji rezultati proizvoda apliciranih na boci. Potkrijepljena je hipoteza kako iste vrijednosti boja ne znače nužno i jednaki doživljaj boja. Time se vizualna razlika ne predstavlja kao problem, već kao neminovna pojava, primjerice, kod malog i velikog oblika ambalaže. To se ne smatra greškom, nego prirodnom i recipročnom razlikom popraćenom ostalim čimbenicima poput veličine, svjetla i sl.

Razvoj digitalizacije sve više smanjuje nekadašnje glavne poslove tiskara, koji su se odnosili na tisak novina, ali se zato s druge strane razvija tisak ambalaže koji ima svoju budućnost u pogledu zaštite, skladištenja, i u konačnici prodaji proizvoda.

Vjerujem kako će se ovakvim educiranjem naručitelja, dati veći značaj i osvještenost u smjeru vizualne percepcije boje, čime će se proširiti vizija mogućnosti izvedbe ambalaže, a ujedno i doprinjeti njenom ravoju. Svakako je bitno informirati kupce o mogućnostima izvedbe ambalaže, ali usporedno ih i pripremiti na moguće vizualne percepcije boja koji će nastati zbog raznih čimbenika koji utječu na sam doživljaj boje.

## 8. LITERATURA

1. <http://materijali.grf.unizg.hr/pages/kolegiji/tiskarske-boje/nastavni-materijali/predavanja.php> [Pristupljeno 20.03.2019.]
2. Zjakić I., Milković M. „Psihologija boja“ Varaždin : Veleučilište u Varaždinu, 2010.
3. Horvatić S., „Fleksotisak tisak ambalaže“, Markulin d.o.o., Zagreb, 2011.
4. Valdec D., Zjakić I., Klopotan I. „Utjecaj linijature rastera na prirast rastertonske vrijednosti u fleksotisku“, Tehnički glasnik (1846-6168) 4 (2010)
5. <http://repro.grf.unizg.hr/pages/kolegiji/reprodukcijaska-fotografija-2/nastavni-materijali.php> [Pristupljeno 20.03.2019.]
6. Mikota, M., Vančina V., „Boje“, priručnik za vježbe, Zagreb, 1993.
7. Milković, M., Zjakić, I., Vusić, D. „Kolorimetrija u multimedijским komunikacijama“, Varaždin, Veleučilište u Varaždinu, 2010.
8. <https://net.hr/tehnoklik/vijesti-tehnoklik/jedan-pogled-na-ove-opticke-iluzije-i-vas-mozak-ce-eksplozirati/> [Pristupljeno 26.05.2019.]
9. Krog B., Hajdek K., Geček R. „Primjena optičkih iluzija u marketingu“, Tiskarstvo i dizajn 2017
10. <https://www.artrea.com.hr/iluzije.html> [Pristupljeno 26.05.2019.]
11. <http://www.lipapromet.hr/Usuge/ProjektiranjeSvjetlotehnike/Rasvjetaznanjeiskustva/tabid/72/ctl/details/itemid/181/mid/528/svjetlost-i-sjena.aspx> [Pristupljeno 26.05.2019.]
12. <https://www.google.hr/search?sa=N&q=Percepcija+iluzija+boja&tbm=isch&source=univ&ved=2ahUKEwjUrvetooHhAhUFIYsKHd9eAW84ChCwBHoECAUQAQ&biw=1404&bih=932> [Pristupljeno 26.05.2019.]
13. <http://persci.mit.edu/gaz/gaz-teaching/> [Pristupljeno 26.05.2019.]
14. <https://www.google.hr/search?sa=N&q=Percepcija+iluzija+boja&tbm=isch&source=univ&ved=2ahUKEwjUrvetooHhAhUFIYsKHd9eAW84ChCwBHoECAUQAQ&biw=1404&bih=932> [Pristupljeno 26.05.2019.]
15. <https://www.telegram.hr/zivot/ovo-je-10-trenutno-najludih-optickih-iluzija-na-svijetu-i-objasnjenja-kako-tocno-funkcioniraju/>[Pristupljeno 26.05.2019.]
16. <https://www.dnevno.hr/magazin/zanimljivosti/foto-vecina-ljudi-nije-pogodila-u-koliko-boja-se-javlja-ju-krugovi-na-slici-1277882/> [Pristupljeno 26.05.2019.]
17. <https://girlmed.ru/hr/visual-illusions-optical-illusions/> [Pristupljeno 26.05.2019.]

18. Zjakić, I., „Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska“, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007.

## **POPIS SLIKA**

- Slika 1. Ljudsko oko (str. 2)
- Slika 2. Građa oka (str. 2)
- Slika 3. Nastajanje slike u oku (str. 3)
- Slika 4. Štapići i čunjići oka (str. 4)
- Slika 5. Vidljivi spektar boja (str. 5)
- Slika 6. Boje (str. 6)
- Slika 7. Tiskarske boje (str. 7)
- Slika 8. Viskozitet tiskarske boje (str. 9)
- Slika 9. Sustav obojenja fleksotisak (str. 10)
- Slika 10. Flektiskarske boje (str. 11)
- Slika 11. Tiskovni agregat za fleksotisak (str. 13)
- Slika 12. Aniloks valjci (str. 14)
- Slika 13. Mogući izgled gravirane čašce aniloksa (str. 15)
- Slika 14. Finija i grublja linijatura aniloksa (str. 15)
- Slika 15. Kutovi graviranja anilkosa (str. 15)
- Slika 16. Moiré (str. 16)
- Slika 17. Linijatre aniloksa (str. 16)
- Slika 18. Tiskovna forma za visoki tisak (str. 17)
- Slika 19. Polimerna tiskovna forma (str. 18)
- Slika 20. Miješanje boje (str. 19)
- Slika 21. Ne vidimo uvijek ono što se prikazuje (str. 20)

Slika 22. Optička iluzija bojama (str. 22)

Slika 23. Utjecaj sjene na doživljaj boje – A i B polja su iste boje (str. 23)

Slika 24. Iluzija kombinacijom boja (str. 24)

Slika 25. Optička varka kombinacijom boja (str. 24)

Slika 26. Utjecaj okoline na doživljaj boje (str. 25)

Slika 27. Doživljaj boje utjecajem okoline (str. 25)

Slika 28. Utjecaj boje podloge (str. 26)

Slika 29. Usporedba svjetle i tamne podloge (str. 26)

Slika 30. Utjecaj boje podloge na vizualnu percepciju (str. 27)

Slika 31. Utjecaj veličine objekta na vizualni doživljaj (str. 27)

Slika 32. Optička iluzija jednakih linija (str. 28)

Slika 33. Optička iluzija paralelnih linija (str. 28)

Slika 34. Iluzija kretanja (str. 29)

Slika 35. Kretanje strelica (str. 29)

Slika 36. Iluzija kosih linija (str. 30)

Slika 37. Iluzija obojanih kosih linija (str. 30)

Slika 38. Rastertonske vrijednosti (str. 32)

Slika 39. Princip višebojne reprodukcije (str. 32)

Slika 40. Vrste rastera (str. 33)

Slika 41. Linijatura rastera (str. 33)

Slika 42. Kutevi rastriranja kod fleksotiska (str. 34)

Slika 43. Deformacija rasterskih elemenata (str. 35)

Slika 44. Nazubljenost rasterskog elementa (str. 36)

Slika 45. Klin za mjerenje vrijednosti boja (str. 37)

Slika 46. Densitometar (str. 37)

Slika 47. Kolorimetar (str. 38)

- Slika 48. Spektrofotometar (str. 39)
- Slika 49. Transparentna etiketa na bez bijele podloge (str. 39)
- Slika 50. Transparentna etiketa bez bijele podloge aplicirana na boci (str. 40)
- Slika 51. Transparentna etiketa sa standardnom bijelom podlogom (str. 41)
- Slika 52. Identična boja na bijeloj podlozi i na metalik podlozi (str. 42)
- Slika 53. Usporedba etikete sa nanešenim mat lakom i bez (str. 43)
- Slika 54. Pearl lak (str. 43)
- Slika 55. Usporedba manje i veće etikete istog designa (str. 44)
- Slika 56. Nedostatak rastera u dinim dijelovima (str. 45)
- Slika 57. Oštar završetak na rubovima (str. 46)
- Slika 58. Spektrofotometar „Xrite exact pantone“ (str. 46)
- Slika 59. CIE Lab sustav (str. 47)
- Slika 60. Digitalni mikrometar (str. 50)
- Slika 61. Prerani završetak rastera (str. 50)
- Slika 62. Prirast rastertonske vrijednosti (str. 51)

## **POPIS TABLICA**

- Tablica 1. Mjerenje spektrofotometrom (str. 48)
- Tablica 2. Istraživanje na ispitanicima (str. 51)





IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, BRANIMIR ŠKADA (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom VIZUALNA PERCEPCIJA BOJA NA TRANSPARENTNIM ELEMENIMA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

BRANIMIR ŠKADA  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, BRANIMIR ŠKADA (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom VIZUALNA PERCEPCIJA BOJA NA TRANSPARENTNIM ELEMENIMA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

BRANIMIR ŠKADA  
(vlastoručni potpis)