

# Efekt neonskoga proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije

---

Vusić, Damir

Doctoral thesis / Doktorski rad

2012

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:753633>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-30**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)





Sveučilište u Zagrebu

GRAFIČKI FAKULTET

Damir Vusić

**EFEKT NEONSKOGA PROŠIRIVANJA  
BOJE U PROCESU GRAFIČKE  
REPRODUKCIJE**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2012.



University of Zagreb

FACULTY OF GRAPHIC ARTS

Damir Vusić

**THE NEON COLOUR SPREADING  
EFFECT IN THE GRAPHIC  
REPRODUCTION PROCESS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2012.



Sveučilište u Zagrebu

GRAFIČKI FAKULTET

Damir Vusić

**EFEKT NEONSKOGA PROŠIRIVANJA  
BOJE U PROCESU GRAFIČKE  
REPRODUKCIJE**

DOKTORSKI RAD

Mentor:  
prof. dr. sc. Nikola Mrvac

Zagreb, 2012.



University of Zagreb

FACULTY OF GRAPHIC ARTS

Damir Vusić

**THE NEON COLOUR SPREADING  
EFFECT IN THE GRAPHIC  
REPRODUCTION PROCESS**

DOCTORAL THESIS

Supervisor:  
Dr Nikola Mrvac

Zagreb, 2012.

**UDK BROJ: 655.3.024:658.5**

**Povjerenstvo za ocjenu i obranu doktorske disertacije:**

1. doc. dr. sc. Damir Modrić, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, predsjednik
2. prof. dr. sc. Nikola Mrvac, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, mentor
3. prof. dr. sc. Đurđica Osterman Parac, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, vanjska članica
4. prof. dr. sc. Stanislav Bolanča, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, zamjenski član
5. dr. sc. Marin Milković, znanstveni suradnik, Veleučilište u Varaždinu, zamjenski vanjski član

**Datum obrane doktorske disertacije:** 22. ožujak 2012.g.

**Mjesto obrane doktorske disertacije:** Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet

**Povjerenstvo za obranu doktorske disertacije donijelo je sljedeću odluku:**

„Obranio – jednoglasnom odlukom Povjerenstva“

Zagreb, 22. ožujak 2012.g.

*Mojoj Katarini, čija su me vedrina, toplina i ljubav snažile kada je bilo najteže.*

*Mojim anđelima, Ivanu, Luki, Šimunu i Bartolu, koji su mi životna inspiracija.*

*Mojim roditeljima, Magdici i Rudolfu, koji su na mene prenijeli prave životne vrijednosti.*

Dužno poštovanje i zahvalu upućujem svima koji su mi pružali potporu i pomoć tijekom izrade ovog doktorskog rada.

Osobito se zahvaljujem svom mentoru, prof. dr. sc. Nikoli Mrvcu, na velikom strpljenju i podršci na koje sam uvijek nailazio.

Hvala članovima povjerenstva za ocjenu rada, prof. dr. sc. Đurđici Osterman-Parac i doc. dr. sc. Damiru Modriću, na svim sugestijama kojima su doprinijeli kvaliteti ovog doktorskog rada.

Veliko hvala doc. dr. sc. Marinu Milkoviću na iznimnoj ljudskoj susretljivosti i nesebičnosti koju je uvijek iskazivao.



# SAŽETAK

Suvremeni sustavi vizualnih komunikacija na kojima se temelje i reprodukcijски procesi grafičke tehnologije permanentno se unaprijeđuju novim spoznajama vezanima uz rezultate istraživanja pojedinih vizualnih efekata.

U okviru ovog doktorskog rada provedeno je istraživanje utjecaja različitih ciljanih parametara unutar procesa grafičke reprodukcije na intenzitet i pojavnost efekta neonskog proširivanja boje. Istraženo je djelovanje različitih medija (dvije tiskovne podloge i zaslon računala) u sklopu „cross-media“ reprodukcijskog sustava izrade grafičkih proizvoda, te uloga odabira boje umetnutog segmenta i pozadine primarnog stimulusa (različite kombinacije primarnih boja aditivne i suptraktivne sinteze) kao elementa dizajnerskih rješenja. Navedeni parametri procjenjivani su u različitim ambijentalnim uvjetima promatranja odnosno pod tri standardna CIE izvora svjetla.

Efekt neonskog proširivanja boje manifestira se u pomaku pojavnosti boje stvaranjem prividnog proširenja boje primarnog stimulusa na pozadini grafičkih reprodukcija, u području rešetke veličine primarnog stimulusa, ali i u samom procesu oblikovanja predložaka u sklopu izrade dizajnerskih rješenja. Istraživanje efekta je provedeno na testnim uzorcima čiju osnovu predstavlja tzv. Ehrensteinov model - specifična geometrijska struktura koju čini ortogonalni sustav rešetkasto postavljenih linija oblikovanih preklapanjem različitih kombinacija boja primarnog stimulusa.

Intenzitet efekta prikazan je izračunatim kolorimetrijskim razlikama boja  $\Delta E^*_{94}$  koje predstavljaju odstupanje manifestirane boje u efektu neonskog proširivanja boje u odnosu na boju medija reprodukcije. Pomak pojavnosti boje u efektu neonskog proširivanja boje opisan je kroz izračun promjene percepcijskih atributa boje - promjene svjetline  $\Delta L^*$ , promjene kromatičnosti  $\Delta C^*_{ab}$  i promjene u tonu boje  $\Delta H^*_{ab}$ . Statistička analiza rezultata istraživanja provedena je primjenom odgovarajućih neparametarskih testova.

Na osnovi dobivenih rezultata istraživanja dane su smjernice budućih istraživanja te uvjeti primjene istraživanih utjecajnih parametara vezani uz oblikovanje i otiskivanje grafičkih proizvoda u okolnostima potencijalne manifestacije efekta neonskog proširivanja.

## **Ključne riječi:**

neonsko proširivanje boje, intenzitet, pojavnost boje, grafička reprodukcija

## ABSTRACT

Modern systems of visual communications, on which reproduction processes of graphic technology are also based on, are permanently improved with new findings in conjunction with the research of certain visual effects.

As a part of this thesis, the influence of various parameters within the target process of graphic reproduction on the intensity and appearance of the neon colour spreading effect was investigated. The influence of different media (two printing substrates, and a computer screen) in the “cross-media” reproduction system of the graphic products production was examined, as well as the role of the inserted segment color choice and background of the primary stimulus (different combinations of primary colors additive and subtractive synthesis) as an element of design solutions. These parameters were evaluated in a variety of ambient conditions and under the observation of three CIE standard light sources and illuminants.

Neon colour spreading effect manifests itself in the shift of colour appearance by creating apparent colour spreading of the primary stimulus in the background of graphic reproductions, in the lattice as large as the primary stimulus, but also in the process of pattern shaping while providing design solutions. The study of effect was conducted on the test samples, based on Ehrenstein figure, i. e. specific geometric structure consisting of sets of orthogonal lines formed by combining various color combinations of the primary stimuli.

The intensity of the effect is calculated using the color difference variable  $\Delta E^*_{94}$ , which represents the deviation in manifestation of neon colour spreading effect in relation to the color of the reproduction media. The shift in color appearance of the neon colour spreading effect is described through the calculation of changes in perceptual attributes of color, i. e. the lightness difference  $\Delta L^*$ , the chroma difference  $\Delta C^*_{ab}$  and the hue difference  $\Delta H^*_{ab}$ . Statistical analysis of results was conducted by using appropriate nonparametric tests.

Based on the obtained results, the guidelines for the future work are given, mainly about how to apply examined influential parameters in processes of designing and printing graphic products, having in mind potential manifestation of the neon colour spreading effect.

### **Keywords:**

Neon colour spreading, intensity, color appearance, graphic reproduction

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	3
1.1. Cilj i hipoteze istraživanja .....	5
1.2. Očekivani znanstveni doprinos .....	5
2. TEORETSKI DIO .....	7
2.1. Percepcija boje .....	7
2.1.1. Informacija o boji, karakteristike boje .....	9
2.1.2. Svjetlost i izvori svjetlosti .....	11
2.2. Kolorimetrija u multimedijским komunikacijama .....	14
2.2.1. Mjerenje boje .....	15
2.2.2. Modeliranje izgleda boje .....	18
2.3. Vizualna psihofizika .....	32
2.3.1. Osnove vizualne psihofizike .....	32
2.3.2. Metode psihofizikalnih istraživanja .....	34
2.3.3. Tehnike vizualnog ocjenjivanja u procesu grafičke reprodukcije .....	35
2.4. Psihofizikalni vizualni efekti .....	36
2.4.1. Pozadinski efekti .....	36
2.4.2. Adaptacijski efekti .....	40
2.4.3. Ostali psihofizikalni vizualni efekti .....	45
2.5. Efekt neonskog proširivanja boje .....	47
2.5.1. Percepcijske karakteristike neonskog proširivanja boje .....	48
2.5.2. Intenzitet efekta neonskog proširivanja boje .....	49
2.6. Psihofizikalna istraživanja u procesu grafičke reprodukcije .....	51
2.6.1. Odstupanja u percepciji boje uzrokovana psihofizikalnim vizualnim efektima ....	51
2.6.2. Prikaz dosadašnjih istraživanja .....	52
2.7. Procesi grafičke reprodukcije .....	54
2.7.1. Mediji kao nosioci informacije o boji .....	55
2.7.2. Upravljanje bojom u procesima grafičke reprodukcije .....	56
2.7.3. Metodologija određivanja pojavnosti boje u procesu grafičke reprodukcije .....	58
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	60
3.1. Materijal, ispitanici, metodologija i plan istraživanja .....	60

3.2. Izrada testnih uzoraka i atlasa boja .....	63
3.3 Instrumentalna analiza .....	65
3.4. Vizualna evaluacija – rezultati i diskusija .....	66
3.4.1. Intenzitet efekta neonskog proširivanja boje .....	68
3.4.2. Pojavnost boje u efektu neonskog proširivanja boje .....	128
4. ZAKLJUČAK .....	141
4.1. Znanstveni doprinos .....	143
4.2. Smjernice budućih istraživanja .....	144
5. LITERATURA .....	146
Popis formula	
Popis slika i tabela	
Prilozi	
Životopis s popisom objavljenih radova	

# 1. UVOD

Mogućnosti vizualne prezentacije informacija putem različitih tiskovnih podloga i općenito različitih medija u procesu grafičke reprodukcije boje stvaraju nove odnose između fizikalnih stimulusa i pripadajućih vizualnih percepcijskih reakcija, odnosno doživljaja [22, 23, 37, 90]. Osiguravanje uvjeta za istovjetnu percepciju boje neovisno o mediju komuniciranja te neovisno o svim ostalim parametrima koji utječu na percepciju boja, kroz izgradnju objektivnog psihofizikalnog modela ljudskog doživljaja boja, fundamentalni je cilj kolorimetrijskih istraživanja [52, 72, 98].

Nelinearnost u ljudskoj percepciji koja je zamjetljiva kod percepcije reproduciranih boja kod promjene različitih utjecajnih parametara (tiskovna podloga, bojena karakteristika stimulusa, geometrijska struktura stimulusa, kut promatranja, standardni izvori svjetla) stvara potrebu za novim istraživanjima koja će pridonijeti boljem razumijevanju korelacije trikromatskih vrijednosti bojnih stimulusa u grafičkoj reprodukciji i svih relevantnih utjecajnih parametara [42, 49, 75, 97]. Postizanje istovjetnosti boje (ispravne pojavnosti boje) kroz sve faze procesa grafičke reprodukcije dvojbena je u uvjetima pojave različitih psihofizikalnih vizualnih efekata [61, 62, 64, 65].

U okviru ovog rada istraživati će se utjecaj određenih parametara promatranja na manifestaciju efekta neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije. Odrediti *kvantitativnu* (intenzitet ili magnituda efekta) i *kvalitativnu* (opis pojavnosti boje efekta) vrijednost manifestacije efekta moguće je primjenom kolorimetrijskih i psihofizikalnih istraživanja.

Povezivanje vrijednosti psihofizikalnog doživljaja i fizikalnih veličina bojenog stimulusa postupkom vizualne diskriminacije podrazumijeva pridruživanje kolorimetrijskih vrijednosti (CIE  $L^*a^*b^*$  veličine) referentnog polja iz atlasa boja koja je identična percipiranom doživljaju manifestiranog efekta neonskog proširivanja boje na testiranom bojenom uzorku. Intenzitet efekta prikazuje se putem izračunatih kolorimetrijskih razlika boja  $\Delta E^*_{94}$  [57, 61]. Prostorna razlika boja određuje se u odnosu na vrijednosti referentne boje - boja podloge.

Opis pomaka pojavnosti boje zbog manifestacije psihofizikalnog vizualnog efekta neonskog proširivanja boje omogućuje izračun razlika pojedinih percepcijskih atributa boje - svjetline ( $\Delta L^*$ ), kromatičnosti ( $\Delta C^*_{ab}$ ) i tona boje ( $\Delta H^*_{ab}$ ) [91, 103]. Kvalitativna analiza pomaka pojavnosti boje dat će odgovor o prirodi pojavnosti manifestiranog efekta.

Dobiveni rezultati istraživanja specificirati će međudnos utjecajnih parametara i manifestacije efekta neonskog proširivanja boje s jedne strane, te utjecaj navedenog efekta na ljudsku percepciju boja s druge strane.

Rad je strukturno podijeljen na dvije cjeline: teoretski dio i eksperimentalni dio rada. Unutar teoretskog dijela rada biti će izloženi osnovni postulati na kojima se temelji istraživanje. U poglavlju o *percepciji boje* razjasniti će se pojmovi informacija o boji, karakteristike boje, vizualna percepcija te svjetlost i izvori svjetla. Poglavlje *kolorimetrija u multimedijским komunikacijama* sadrži opis mjerenja boje i opis modela pojavnosti boja.

Osnove vizualne psihofizike, metode psihofizikalnih istraživanja i tehnike vizualnog ocjenjivanja u procesu grafičke reprodukcije dijelovi su poglavlja pod nazivom *vizualna psihofizika*. Logički nastavak je poglavlje o *psihofizikalnim vizualnim efektima* u kojem se objašnjavaju priroda efekata te pojedine vrste.

Podloga za istraživanje u ovom doktorskom radu iznesena je u poglavlju o *efektu neonskog proširivanja boje*, gdje su opisane percepcijske karakteristike neonskog proširivanja boje te dosadašnja istraživanja intenziteta efekta neonskog proširivanja boje.

Poveznica između psihofizikalnih efekata i grafičke reprodukcije dana je u poglavlju pod nazivom *psihofizikalna istraživanja u procesu grafičke reprodukcije*, unutar kojeg su objašnjena odstupanja u percepciji boje uzrokovana psihofizikalnim vizualnim efektima te je dat prikaz dosadašnjih istraživanja u tom području.

Posljednje poglavlje u sklopu teoretskog dijela, *procesi grafičke reprodukcije*, objašnjava prirodu suvremenih cross-media sustava. Opisani su mediji kao nosioci informacije o boji, upravljanje bojom u procesima grafičke reprodukcije te metodologija određivanja pojavnosti boje u procesu grafičke reprodukcije.

Eksperimentalni dio ovog doktorskog rada prikazuje provedene istraživačke aktivnosti. Uvodna poglavlja sadrže opis materijala i ispitanika, objašnjena je metodologija istraživanja i predložen je plan istraživanja, a objašnjena je i izrada testnih uzoraka i atlasa boja. U nastavku su opisana kolorimetrijska mjerenja (instrumentalna analiza) te su predloženi rezultati vizualne evaluacije.

Izvorni podaci (vrijednosti CIE  $L^*a^*b^*$  te  $\Delta E^*_{94}$ ) statistički su testirani s ciljem utvrđivanja postojanja statistički značajnijih razlika između uzoraka podataka koji

predstavljaju pojedine varijable u istraživanju. U slučajevima postojanja statistički značajnih razlika između uzoraka, testom za višestruko uspoređivanje utvrđeno je koji se uzorci statistički značajno razlikuju. Na taj način određena je razina utjecaja pojedinih istraživanih parametara na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije.

Izvedeni podaci (vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*_{ab}$  i  $\Delta H^*_{ab}$ ) omogućili su kvalitetniji opis pomaka pojavnosti prividno stvorene boje u manifestiranom efektu. Iznesena diskusija dobivenih rezultata istraživanja te izvedeni zaključak ovog doktorskog rada potvrdili su postavljene hipoteze istraživanja te dali doprinos u sklopu dosadašnjih te razvoju budućih znanstvenih istraživanja u području procesa grafičke reprodukcije.

## **1.1. Cilj i hipoteze istraživanja**

Efekt neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije uvjetovan je različitim parametrima. Intenzitet i pojavnost efekta neonskog proširivanja boje s obzirom na njegove poznate karakteristike biti će različiti na različitim tiskovnim podlogama i zaslonu računala unutar reprodukcijuskog sustava izrade grafičkih proizvoda. Pretpostavlja se da su intenzitet i pojavnost efekta uvjetovani u određenoj mjeri i različitim kombinacijama odabira primarnih boja aditivne i suptraktivne sinteze kod izrade dizajnerskih rješenja primarnog stimulusa, različitim CIE standardnim izvorima svjetla te geometrijskom strukturom stimulusa.

Usklađivanjem pojedinih parametara unutar procesa grafičke reprodukcije moguće je podići razinu kvalitete percepcije vizualnih grafičkih informacija.

Cilj istraživanja je utvrditi intenzitet efekta neonskog proširivanja boje na različitim tiskovnim podlogama i zaslonu računala u ovisnosti o određenim parametrima - različite kombinacije odabira primarnih boja aditivne i suptraktivne sinteze te različiti standardni izvori svjetla. Nadalje, odrediti će se utjecaj efekta na promjenu percepcijskih atributa boje odnosno specificirati će se pojavnost boje u manifestiranom efektu. Definirati će se smjernice i uvjeti primjene efekta neonskog proširivanja boje u specifičnim situacijama primjene dizajnerskih rješenja u sklopu procesa grafičke reprodukcije.

## **1.2. Očekivani znanstveni doprinos**

Realizacijom postavljenih ciljeva istraživanja neminovno će se ostvariti očekivanja u smislu znanstvenog doprinosa ovog rada što se tiče shvaćanja fenomena boje koja nastaje kao

posljedica istraživanog efekta. Izvorni znanstveni doprinos doktorskog rada očekuje se u sljedećem:

- definiranje veličine intenziteta efekta neonskog proširivanja boje na različitim tiskovnim podlogama i zaslonu računala pod utjecajem dominantnih bojenih karakteristika stimulusa i standardnih izvora svjetla
- sinteza utjecaja relevantnih parametara na intenzitet manifestacije efekta neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije
- kvalitativno definiranje smjera pomaka pojavnosti boje uslijed manifestacije efekta neonskog proširivanja boje
- prijedlog smjernica i uvjeta primjene istraživanih utjecajnih parametara vezanih uz učinkovitije oblikovanje i otiskivanje grafičkih proizvoda u okolnostima manifestacije efekta neonskog proširivanja boje
- razvoj metodologije određivanja fizikalnih vrijednosti percipirane boje nastale manifestacijom vizualnih efekata

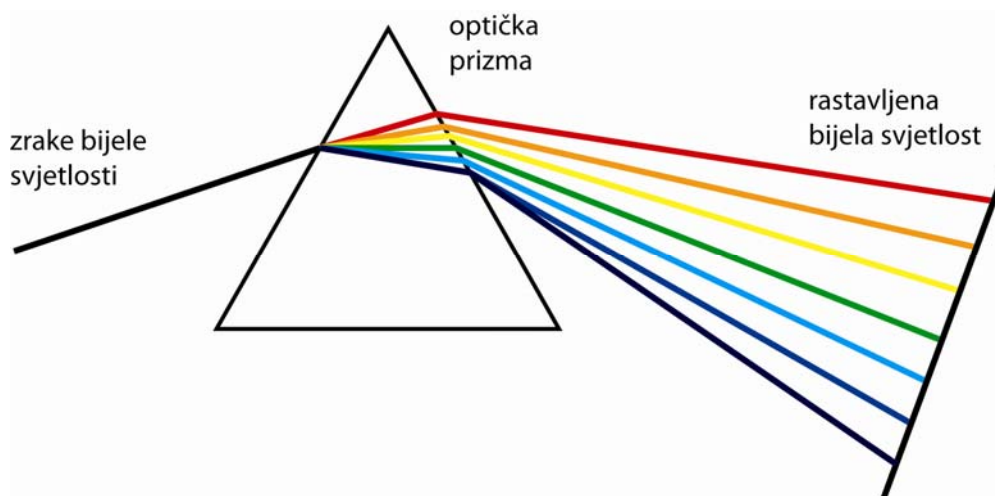


## 2. TEORETSKI DIO

### 2.1. Percepcija boje

Doživljaj boje može se opisati kao sposobnost razlučivanja diferencije u valnim duljinama svjetla. Percepcija boje u konačnici ne predstavlja viđenje valnih duljina ili svjetla već doživljaj objekata koje svjetlo osvjetljava [32, 80]. Percepcija boje ima svoju estetsku i funkcionalnu komponentu. Boje ljudski život čine ugodnijim, raznovrsnijim, ljepšim. No, sposobnost percepcije boja pomaže čovjeku u identifikaciji i klasifikaciji stvari kako u prirodnom, tako i u umjetnom okruženju. Uočavanje i izdvajanje predmeta iz okoline kod čovjeka pospješuje percepcijsku organizaciju [3, 33].

Pojam “boja” obuhvaća više različitih značenja, pri čemu se najčešće razlikuju tri osnovna značenja: **prvo značenje** pojma boje je materijalne prirode. Odnosi se na tvar kao nosioca obojenja. Obično ga se naziva imenom pojedinih pigmenata (npr. kobalt-plava, cinkova-bijela ili kromova-zelena). **Drugo značenje** odnosi se na fizikalno mjerljiv stimulus koji uzrokuje percepciju boje (točnije, na određenu dominantnu valnu duljinu svjetlosti vidljivoga dijela spektra). **Treće značenje** apstraktne je prirode. Izražava osjet u čovjeku nastao percepcijom svjetlosti emitirane od nekog izvora ili reflektirane od površine nekoga tijela. Javlja se prilikom promatranja obojenog objekta (određeni stimulusi se pod određenim definiranim uvjetima gledanja percipiraju kao njihova boja). Taj percipirani doživljaj može se izraziti riječima koje opisuju boju - plava, zelena, žuta, crvena.



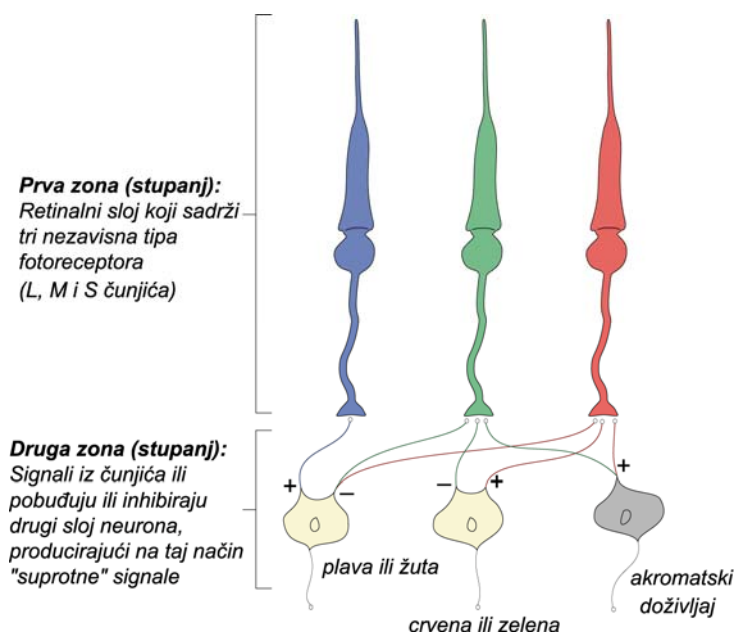
Slika 2.1. Lom zraka bijele svjetlosti putem optičke prizme

Temelje današnjem poimanju percepcije boje dao je Isaac Newton krajem 17. stoljeća. Konkretnim optičkim eksperimentom razjasnio je rastavljanje bijele svjetlosti na pojedine boje pomoću optičke prizme (slika 2.1.). Dokazao je da je boja objekata u direktnoj vezi sa selektivnom spektralnom refleksijom (transmisijom) upadne svjetlosti s njihove površine. Percepcija boja odvija se u ljudskom vizualnom sustavu [47]. Suvremeno tumačenje percepcije boja temelji se na tri teorije:

- **trikromatska teorija** svoj temelj ima u radovima znanstvenika s kraja 19. stoljeća (Maxwell, Yung i Helmholtz). Činjenicu da ljudsko oko posjeduje tri skupine nezavisnih fotoreceptorskih stanica „odgovornih“ za detektiranje vidljivog dijela spektra svjetlosti držali su fundamentalnom u svim razmatranjima percepcije boja. Pretpostavili su da tijekom promatranja nekog objekta dolazi do stvaranja tri slike toga objekta na trima skupinama fotoreceptora (S, M i L). Navedene slike odgovaraju kromatskim primarnim područjima valnih dužina, te se u mozgu kombiniraju (zbrajaju) u obojeni doživljaj promatranoga objekta [53].

- **Hering-ova teorija ili teorija suprotnih procesa** autora Ewalda Heringa s kraja 19. stoljeća temelji se na pretpostavci da fotoreceptorske stanice ljudskoga oka nisu osjetljive na tri kromatska područja (crveno, zeleno i ljubičasto-plavo), već da generiraju signal na temelju principa suprotnih parova boja (ljubičasto-žuta, crveno-zelena i bijelo-crna). Ustanovljeno je da se određeni tonovi nikada ne mogu percipirati zajedno. Razlog tome je činjenica da pojedini defekti koji uključuju slijepost na pojedine boje podrazumijevaju slijepost na suprotne parove boja. Primjerice, osoba koja ne vidi crvenu boju ujedno ne vidi i njoj suprotnu boju - zelenu [104].

- **Zonska teorija** (ili moderna Heringova teorija) viđenja boja objedinjuje trikromatsku teoriju i teoriju suprotnih procesa. Prema ovoj teoriji viđenja boja, u mrežnici oka se iza sloja skupina čunjića (S, M i L) nalazi još jedan sloj receptora - tri tipa tzv. bipolarnih osjetilnih receptora (slika 2.2.). Svaki od tih receptora povezan je s trima susjednim čunjićima različitih kromatskih osjetljivosti. Oni primaju suprotne informacije od svakog čunjića (npr. + i -) i mogu prenositi suprotne informacije. Prepostavka je da se informacije o suprotnim percepcijama generiraju kada od čunjića suprotnih boja (ljubičasto plava - žuta ili zelena - crvena) dođu istovjetni pozitivni signali (+ i +). U slučaju primitka različitih signala (+ i - ili - i +), u mozak se prenosi samo pozitivni signal. Time se različite informacije mogu prenijeti istim živcem [29].



Slika 2.2. Osnovne faze zonske teorije viđenja boja [29]

Prezentacija informacija o boji promatraču putem različitih medija (otisci, zasloni računala, TV, mobiteli, projektori i sl.) predstavlja proces grafičke reprodukcije. Osiguranje uvjeta za istovjetnu percepciju boje neovisno o mediju komuniciranja te neovisno o svim ostalim parametrima koji utječu na percepciju boja, osnovna je zadaća takvog procesa [22, 89]. Grafička reprodukcija boje na različitim medijima uz pomoć različitih metoda i postupaka neminovno dovodi do promjena oblika informacija o bojama. Različitost vizualne percepcije boje stvara potrebu za kolorimetrijskim istraživanjima i izgradnju objektivnih psihofizikalnog modela ljudskog doživljaja boja.

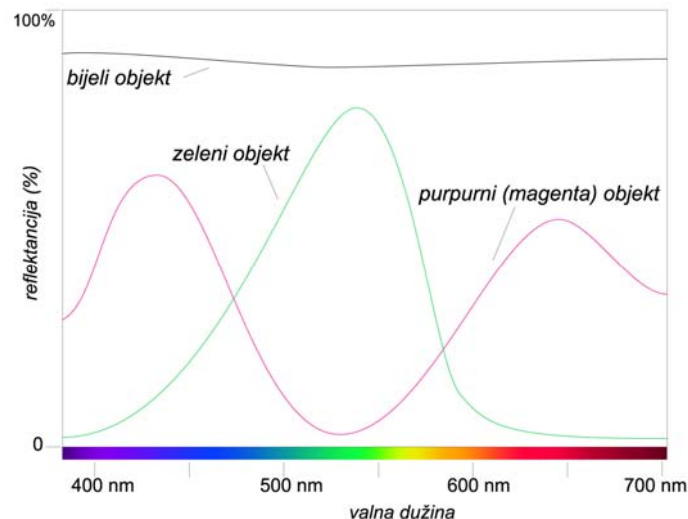
### 2.1.1. Informacija o boji, karakteristike boje

Opisivanje boje podrazumijeva određene informacije o toj boji. Boju je moguće opisati na slijedeće načine:

#### a) Spektralna informacija o boji

Spektralna informacija o boji je potpuni i jasni opis boje dobiven mjerenjem energije svjetla na svakoj valnoj dužini. Ona predstavlja iznos svake od boja spektra sadržane u svjetlosti koja se ovisno o vrsti objekta reflektira, transmitira ili emitira. Spektralna informacija o boji je zapravo informacija o fizikalnim ili mjerljivim karakteristikama svjetla koja napušta površinu objekta (dominantna valna duljina, čistoća pobude i iluminacija). Pri tome se ne opisuje kako ljudsko oko doživljava tu informaciju. Spektralna informacija ne

dozvoljava jednostavno matematičko rukovanje s ciljem rasvjetljavanja odnosa među bojama (nije moguće napraviti grafikone više boja i izračunati kako njihova međusobna blizina utječe na njih). Grafički prikaz spektralne informacije je spektralna krivulja (slika 2.3.) koja pokazuje promjene u refleksiji, transmisiji ili apsorpciji duž valnih duljina vidljivog dijela spektra svjetla [13].



Slika 2.3. Spektralne krivulje različito obojenih objekata [29]

Spektralna informacija može biti prevedena u bilo koji oblik tristimulusne informacije, za bilo koji uređaj, pod bilo kojim uvjetima. Svaka spektralna informacija o boji proizašla iz tristimulusne informacije o boji bila bi proizvoljne prirode.

### b) Tristimulusna informacija o boji

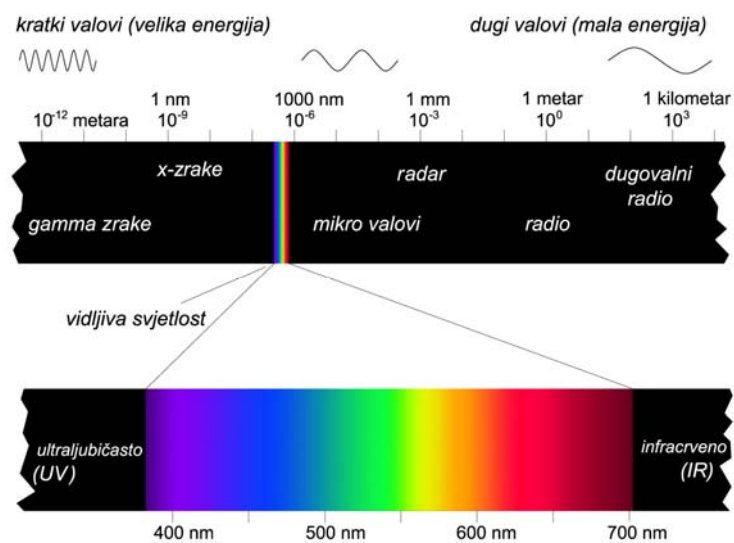
Tristimulusna informacija o boji predstavlja opis pojavnosti boje pod određenim uvjetima gledanja. Predočava se u obliku tristimulusnih funkcija kojima odgovaraju tri dijela spektra svjetla. Jednoznačno određuje boju - dvije boje s jednakim tristimulusnim funkcijama, pod jednakim uvjetima promatranja, standardni promatrač doživljava kao jednake (vrijedi i obratno). To je informacija o psihofizikalnim karakteristikama svjetla koja napušta površinu objekta (ton, zasićenje i svjetlina). Tristimulusnu informaciju o boji nije moguće prevesti u spektralnu informaciju o boji.

### c) Verbalna informacija o boji

Osim spektralnom i tristimulusnom informacijom o boji, koje se odnose na pojedine tipove instrumentalnih mjerenja, prilikom svakodnevnog vizualnog promatranja okoline, boje se intuitivno mogu opisati i verbalno, s obzirom na njihove pojedine karakteristike.

## 2.1.2. Svjetlost i izvori svjetlosti

Svjetlost predstavlja jedan od nužnih uvjeta za percepciju boje. Od ukupnog toka energije koji zrači određeni izvor svjetlosti, samo elektromagnetsko zračenje valnih duljina od 380-750 nm (slika 2.4.) može pobuditi vizualni osjet i naziva se vidljivi dio spektra svjetlosti. Svjetlost je s fizikalnog stanovišta definirana kao elektromagnetski val nastao uslijed poremećaja elektromagnetskog polja. Osnovne karakteristike svjetlosti su konstantna brzina svjetlosti koja ovisi o mediju kroz koji se svjetlost rasprostire, frekvencija svjetlosti amplituda svjetlosti. Dominantna valna duljina svjetlosti unutar vidljivog dijela spektra percipira se kao boja promatranog objekta.



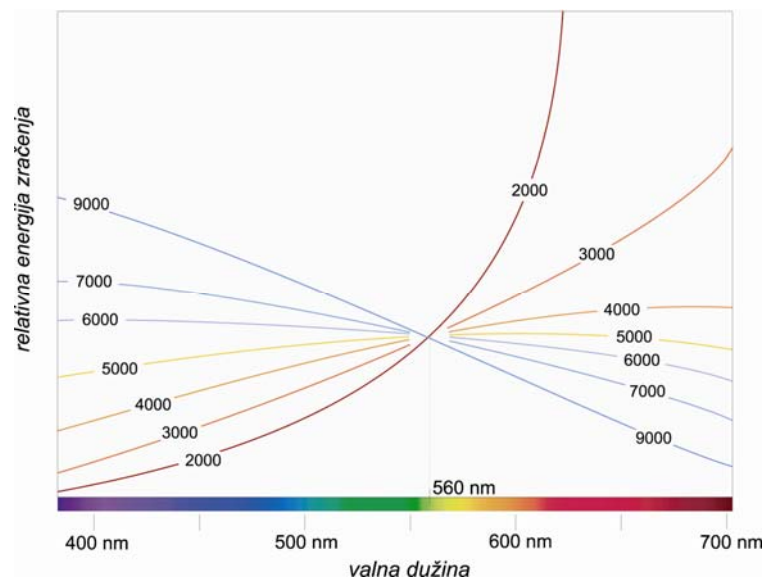
Slika 2.4. Spektar elektromagnetskih valova i vidljivog dijela spektra [29]

Temperatura boje svjetlosti ili boje zračenja ( $T_{BS}$ ) bitna je karakteristika svakog izvora svjetlosti. Prema CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) temperatura boje zračenja izvora svjetlosti predstavlja učinak koji izvor svjetlosti ima na izgled objekta u usporedbi s izgledom objekta pod referentnim izvorom svjetlosti [85]. Vrlo je važna informacija o spektralnoj energiji zračenja (spektralnoj emisiji) izvora svjetlosti s obzirom da to da ona ima direktan utjecaj na karakteristike emisije reflektirane svjetlosti s površine objekta. Drugim riječima, percipirana boja promatranog objekta u ovisnosti je o spektralnoj emisiji izvora svjetlosti. Temperatura boje svjetlosti ( $T_{BS}$ ) fizikalno se objašnjava kao emisija odnosno spektralna gustoća zračenja crnog tijela na toj temperaturi. Svjetlina i boja idealnog crnog tijela ovise o njegovoj temperaturi. Što je veća energija zagrijavanja, veća je i temperatura boje svjetlosti, te se tako mijenja i njegova svjetlina.

Izvor svjetlosti mora zračiti na svim valnim duljinama vidljivog dijela spektra. Intenzitet pojedinih valnih duljina ne mora biti isti (sukladno tome se i razlikuju standardni izvori svjetlosti, vidi sliku 2.6.). S druge strane, zagrijavanjem tijela dolazi do emitiranja bijele svjetlosti (spektralna raspodjela se povećanjem temperature pomiče od crvenog prema žutom ali onda ne ide u zeleno, plavo ... već tijelo počinje zračiti bijelu svjetlost - to se zove ultraljubičasta katastrofa), s time da intenzitet bijele svjetlosti raste s porastom temperature.

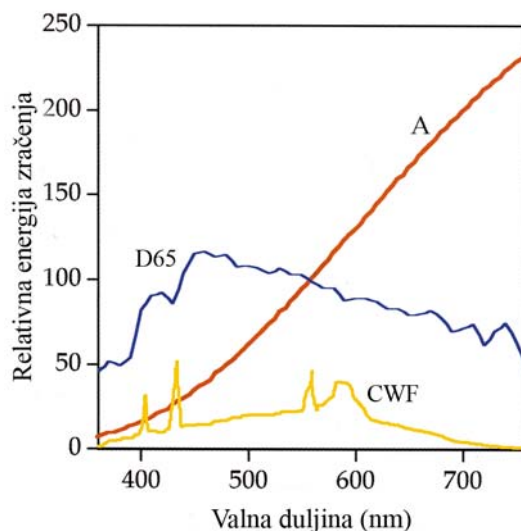
Za svaku temperaturu boje svjetlosti postoji pripadajući izvor [13]. Temperatura boje svjetlosti iskazuje se u vrijednostima stupnjeva Kelvina i pokazuje intenzitet elektromagnetskih valova koji se šire iz nekog izvora svjetlosti. Idealno crno tijelo u prirodi ne postoji.

Na slici 2.5. prikazane su spektralne emisije različitih temperatura idealnog crnog tijela u vidljivom dijelu spektra svjetlosti. Normalizirane su tako da sve imaju jednaku vrijednost kod valne duljine 560 nm.



Slika 2.5. Spektralne emisije različitih temperatura idealnog crnog tijela [29]

Kako je ranije navedeno, spektralna emisija (distribucija energije zračenja) pojedinog standardnog CIE izvora svjetlosti daje prikaz distribucije intenziteta zračenja unutar vidljivog dijela spektra svjetlosti (slika 2.6.). Kao što je vidljivo na slici, izvor svjetlosti D65 ima najveći intenzitet zračenja u području plave boje, izvor svjetlosti CWF u području žuto-narandaste boje, a izvor svjetlosti A u području crvene boje [26].



Slika 2.6. Spektralna emisija CIE standardnih izvora svjetlosti (D65, CWF i A) [26]

CIE - međunarodna komisija za rasvjetu je 1931 godine standardizirala 6 osnovnih kategorija izvora svjetlosti s obzirom na njihove temperature boje svjetla - tabela 2.1. [13]:

Tabela 2.1. CIE standardni izvori svjetlosti [92]

Oznaka izvora svjetlosti	Vrsta izvora svjetlosti	Temperatura boje svjetlosti
<b>A</b>	klasično umjetno svjetlo - žarulja s volframovom niti	2856 ° K
<b>B</b>	filtrirano sunčevo svjetlo	4874 ° K
<b>C</b>	sunčevo dnevno svjetlo	6774 ° K
<b>D</b>	izvedeni izvori svjetla	D55 = 5500 ° K D65 = 6500 ° K D75 = 7500 ° K
<b>E</b>	izoenergetsko svjetlo, hipotetski izvor koji na svim valnim duljinama zrači jednaku količinu energije	5400 ° K
<b>F</b>	flourescentni izvori F1 - F12	F2 = 4260 <sup>0</sup> K F8 = 5000 <sup>0</sup> K F11 = 4000 <sup>0</sup> K

Percepcija boje promatranih objekata moguća je zahvaljujući svjetlosti koja dolazi do ljudskog oka. Svjetlost se modulira od strane objekta refleksijom, apsorpcijom, transmisijom ili raspršenjem upadne energije zračenja koja dolazi od nekog primarnog izvora svjetlosti. U slučajevima refleksije ili transmisije ulazne energije zračenja, dolazi do zračenja svjetlosne energije s površine promatranog objekta te do viđenja boje objekta. Obojeni objekti moduliraju upadni tok svjetlosti u smislu promjene dominantne valne duljine i intenziteta. Stupanj apsorpcije, refleksije, raspršivanja i transmisije najviše utječe na boju nekog objekta.

Pri tome mora biti ispunjen zakon očuvanja energije - količina apsorbirane, reflektirane, raspršene i propuštene zračene svjetlosne energije mora biti jednaka količini upadne zračene svjetlosne energije na svakoj valnoj duljini.

Boja objekta određena je spektralnom refleksijom – u slučaju postojanja refleksije, boja objekta je vezana uz dominantnu valnu duljinu tj. koja se najviše reflektira. U slučaju kada bijela svjetlost pada na crvenu površinu objekta, dolazi do refleksije crvene komponente svjetla. Druge dvije komponente će se apsorbirati na površini objekta. Rezultat je percepcija crvene boje objekta od strane promatrača [36].

Ukoliko neki objekt apsorbira svo upadno zračenje (idealno crno tijelo), tada od njegove površine nema refleksije u smjeru ljudskog oka pa se taj objekat ne vidi.

Ako je objekat proziran, on će transmitirati (prenositi) primljenu energiju zračenja. U tom slučaju prijenos je određen spektralnom transmisijom.

Prozirni ili transparentni objekti su oni koji transmitiraju cjelokupno upadno zračenje. Idealno crno tijelo/površina je ono koje apsorbira cjelokupno upadno zračenje, dok je idealno bijelo tijelo/površina ono koje reflektirala cjelokupno upadno zračenje. Međutim, takva idealna tijela (crno i bijelo) u prirodi ne postoje.

Akromatske ili sive površine objekata su one koji reflektiraju ili transmitiraju upadno zračenje podjednako na svim valnim duljinama. To je raspon boja objekata od bijele preko sive do crne, koje ne pobuđuju doživljaj boje u užem smislu, već se doživljavaju kao bijela, siva ili crna. Kod kromatskih površina objekata apsorpcija odnosno refleksija ovisi i o njihovoj boji. Takvi objekti reflektiraju ili transmitiraju selektivno pojedine komponente ili valne duljine upadne bijele svjetlosti koje ne apsorbiraju [67]. Kod toga se selekcija odnosi upravo na boju koju percipiramo [92]. Akromatski objekti imaju najveći stupanj refleksije kod onih valnih duljina koje odgovaraju boji tih tijela - objekt je onoga obojenja čije su valne duljine u najvećem iznosu reflektirane odnosno transmitirane.

## **2.2. Kolorimetrija u multimedijским komunikacijama**

Industrija grafičkih te općenito multimedijских komunikacija svakim danom bilježi nove promjene. Slikovni zapisi s istovjetnim informacijama o boji reproduciraju se na različitim medijima u sklopu procesa grafičke reprodukcije. Svaki novi medij stvara novo okruženje u kojem je potrebno osigurati ispravnu percepciju bojenih uzoraka. Opis i modeliranje izgleda



boje područje je kojim se bavi znanstvena disciplina koja se naziva kolorimetrija. **Kolorimetrija** je, dakle, znanstvena disciplina koja se u prvom redu bavi mjerenjem i uspoređivanjem boja, postavljajući pri tome modele boja u kojima se one predstavljaju na način kako ih vidi čovjek [67].

Cilj kolorimetrije je izgradnja objektivnih modela opisa boje, kako bi se matematički opisala percepcija pojedinih karakteristika svjetlosti koja može biti reflektirana, transmitirana ili emitirana od strane promatranog objekata. Time se zapravo opisuje ljudski doživljaj boje izazvan fizičkim stimulusom. Kolorimetrija se s obzirom na područje djelovanja dijeli na **bazičnu** i **naprednu**. Razliku među njima kvalitetno je opisao Wyszecki 1973. godine [100]:

**Bazična kolorimetrija u užem smislu** je postupak kojim se predviđa mogu li se dva vizualna stimulusa, različitih ukupnih intenziteta i spektralne raspodjele, uskladiti u percepciji boje u određenim i definiranim uvjetima gledanja. Ovaj postupak “predviđanja” temelji se na određivanju tristimulusnih vrijednosti dvaju vizualnih stimulusa. Ukoliko su tristimulusne vrijednosti jednog vizualnog stimulusa identične tristimulusnim vrijednostima drugog vizualnog stimulusa, kod standardnog promatrača će se postići usklađenost u percepciji boje navedenih stimulusa.

**Napredna kolorimetrija u širem smislu** podrazumijeva metode procjenjivanja pojavnosti boje kolornih stimulusa, prezentiranih promatraču u složenim uvjetima promatranja kakva su prisutna u svakodnevnom životu. Navedeno se smatra konačnim ciljem kolorimetrije. Zbog velike kompleksnosti postignuti rezultati su još uvijek daleko od ciljanih.

Napredna kolorimetrija pokriva područje multimedijских komunikacija sa svim vrstama medija koji se pojavljuju kao nosioci informacija o boji.

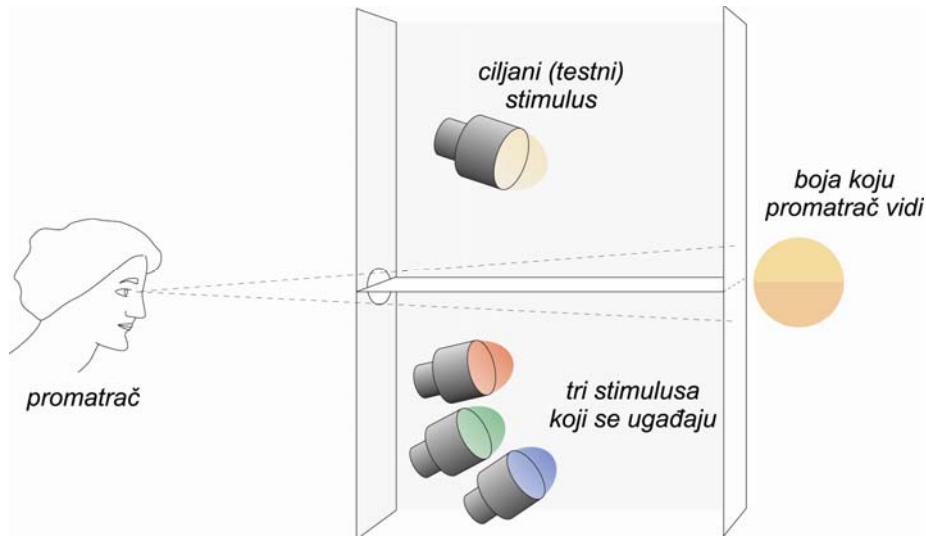
### **2.2.1. Mjerenje boje**

Kolorimetrija se s obzirom na metode analize boja i primjenu može podijeliti na [67]:

- **Vizualnu kolorimetriju** – vizualni tristimulusni kolorimetar i atlas boja
- **Instrumentalnu kolorimetriju** – spektrofotometrijska analiza i instrumentalni kolorimetar

**Vizualna kolorimetrija** predstavlja najstariju, najdirektniju i najtočniju metodu analize boja. Ujedno je to i najsloženija metoda s obzirom na broj ponavljanja mjerenja s ciljem

postizanja točnih podataka odnosno što objektivnijeg procjenjivanja i klasificiranja boja. Bazira se na vizualnom tristimulusnom eksperimentu usklađivanja percepcije boja (slika 2.7.).



Slika 2.7. Vizualni tristimulusni eksperiment [4]

U vizualnom tristimulusnom eksperimentu istovremeno se promatra vidno polje kroz otvor u zastoru (vidi se samo ispitivana ploha bez utjecaja okoline na subjektivni osjet boje). Svjetlo koje pada na gornju polovinu bijelog zaslona dolazi iz bijelog izvora svjetla. Donji dio zaslona je osvijetljen bijelim svjetlom koje dolazi iz tri različita izvora. Regulacijom intenziteta pojedine komponente na donjoj polovini zaslona moguće je dobiti boju istovjetnu boji na gornjoj polovini zaslona.

Postupak mjerenja podrazumijeva sustav uspoređivanja i usklađivanja boja prema jednakosti. Ukoliko su postignuti uvjeti za jednakost boja pomoću dva para boja, vrijedi jednakost zbroja. Ako jednakost nije moguće postići nikakvom kombinacijom zbrajanja tri primara odnosno aditivnom sintezom (kada su ispitivane boje više zasićene od boja koje se mogu dobiti u kolorimetru), tada se boja koja se uspoređuje osvjetljava komplementarnim svjetlom. Na taj način postaje manje zasićena i može se uspoređivati s primarima.

Primjena komplementarnih boja i njihovih filtera (kolorimetar s 6 filtera) proizilazi iz suptraktivne sinteze, odnosno predstavlja računanje s negativnim tristimulusnim vrijednostima.

Opisano usklađivanje boja fundamentalni je princip rada **vizualnog kolorimetra** kao instrumenta za mjerenje boje. Prvi laboratorijski vizualni kolorimetar, namijenjen isključivo za mjerenje i određivanje boja koji je radio na osnovi principa Grassmanovih zakona iz 1853. godine, konstruirao je W. D. Wright 1928. godine na Londonskom kraljevskom koledžu. John

Guild iz Nacionalnog laboratorija za fiziku u Londonu konstruirao je oko 1931. godine prvi komercijalni vizualni kolorimetar [83].

Upotrebom vizualnih kolorimetara mogu se dobiti apsolutni rezultati. Oni vrijede samo za jednog promatrača, odnosno za njegov osjet vida i percepciju boja. Ponovljive tristimulusne vrijednosti mogu se izmjeriti samo pomoću fotoelektričnih kolorimetara kojima je princip rada identičan. Kod toga se koriste isključivo standardizirani izvori svjetlosti i filtera, dok je ljudsko oko zamijenjeno optoelektroničkim senzorom s ugrađenim specifikacijama standardnog promatrača.

**Instrumentalna kolorimetrija** podrazumijeva spektrofotometrijsku metodu analize boja. Mjerenje boja putem ove metode temelji se na Grassmanovim zakonima [34].

**I. zakon:** Svaki doživljaj boje može se imitirati s tri nezavisna primarna stimulusa koji su odgovarajuće izabrani na način da se svaki doživljaj može imitirati samo jednom kombinacijom određenih osnovnih stimulusa. Svaka boja, nezavisno od spektralnog sastava svjetlosti koja ju je izazvala, može se jednoznačno odrediti s tri broja, odnosno omjerom u kojem treba aditivno pomiješati tri osnovna stimulusa da bi se dobio doživljaj tražene boje.

**II. zakon:** Ako dva različita stimulusa daju isti doživljaj boje, on ostaje isti ako se promijeni intenzitet zračenja obaju stimulusa (bez promjene spektralnog sastava). Prema tom zakonu, ton i zasićenje boje koji zajedno definiraju kromatičnost boje nezavisni su od svjetline.

**III. zakon:** Dva stimulusa koji imaju različiti spektralni sastav, a daju isti doživljaj boje, ponašaju se jednako i pri miješanju s nekim trećim stimulusom.

Za instrumentalnu kolorimetriju nužno je također definirati i spektralni sastav filtera koji se koriste za generiranje R, G i B primara, spektralni sastav svjetla kojim se osvjetljava objekt te definirati tzv. "standardnog promatrača".

Standardni promatrač je pretpostavljeni promatrač koji percipira boje prema određenoj statističkoj raspodjeli svih ljudi bez vidnih anomalija. Za standardnog promatrača ujedno su definirana i dva kuta promatranja objekta s obzirom na veličinu vidnog polja u vizualnom tristimulusnom eksperimentu: kut  $2^0$  (CIE, 1931.) i kut  $10^0$  (CIE, 1964.) [100].

Postupci miješanja boja u sustavima grafičke reprodukcije mogu se općenito podijeliti na aditivno i suptraktivno, te optičko i rastersko miješanje boje [67].

**Optičko** miješanje je stapanje pojedinih osjeta boje, dok se **rastersko** miješanje boje može definirati kao stapanje osjećaja boja prouzročenih suptraktivnim miješanjem primarnih podražaja (modulirani su vrlo malim rasterskim elementima koje oko ne može razlučivati).

**Aditivna sinteza** predstavlja miješanje svjetlosnih podražaja bez selektivne apsorpcije odnosno modulacije pojedinih valnih duljina svjetlosti prije ulaska u ljudsko oko. Osnova **suptraktivne sinteze** je modulacija svjetlosnih podražaja reflektiranih s pigmentirane površine tiskovne podloge. Primari aditivne sinteze su boje ljubičasto-plava, zelena i crvena (RGB), dok su suptraktivni primari doživljaji koji se nazivaju zeleno-plava (cyan), purpurna (magenta) i žuta boja (CMY).

### 2.2.2. Modeliranje izgleda boje

Modeliranje izgleda boje zauzima značajno mjesto u razvoju svih znanstvenih disciplina koje se bave određivanjem kvantitativnih i kvalitativnih karakteristika slikovnih zapisa u grafičkim reprodukcijama sustavima. Suvremeni modeli procesiranja i prezentacije informacija o bojama u različitim medijima unutar procesa grafičke reprodukcije koje danas svakodnevno koristimo (otisci, zasloni računala, mobilni uređaji, TV, projektori i sl.) svoje postulate rada temelje na klasičnim kolorimetrijskim modelima boja (u prvom redu CIE  $L^*a^*b^*$  i CIE XYZ). Pored spomenutih kolorimetrijskih modela boja, postoje još i intuitivni modeli boja, modeli boja uređaja te modeli za opis pojavnosti boja. Izgradnja objektivnih modela ljudskog doživljaja boje omogućiti će kvalitetnije razumijevanje odnosa trikromatskih vrijednosti bojenih stimulusa i svih relevantnih utjecajnih parametara unutar sustava multimedijских komunikacija [55].

#### 1) Intuitivni modeli boja

Poznati su i pod nazivom sustavi notiranja ili označavanja boja (Colour Notation Systems) odnosno sustavi poređenja boja (Colour Order Systems). Intuitivni modeli boja pokušavaju isključivo na osnovi ljudske intuicije o međusobnom odnosu među bojama boje razvrstati i organizirati prema definiranom redoslijedu (pri tome izostavljaju fizikalne karakteristike boja). Poredak se temelji na određenim opažajnim karakteristikama boja koje se opisuju riječima poput: sličnost, ton, zasićenje, kromatičnost, svjetlina, jačina, komplementarnost, redoslijed i sl.

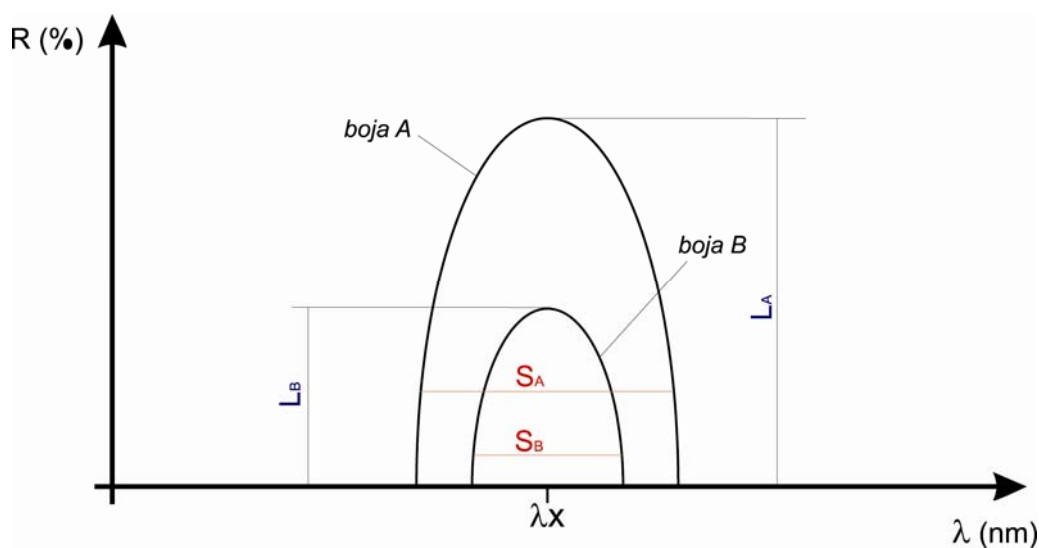
Dijele se u tri osnovne kategorije [82]:

- intuitivni modeli temeljeni na aditivnoj sintezi (Ostwaldov krug boja)
- intuitivni modeli temeljeni na suptraktivnoj sintezi (Tintometar)
- intuitivni modeli temeljeni na percepciji boja i pojavnosti boja (Munsell, NCS i OSA)

Jedan od najčešćih načina intuitivnog opisa boje temelji se na osnovnim uvjetovanim subjektivnim percepcijskim karakteristikama koje nazivamo **ton, zasićenje i svjetlina** [52]. **Ton** boje je atribut vizualne percepcije na temelju kojega je neka promatrana površina ili objekt sličan jednoj od percepcija suprotnih parova boja koje nazivamo crvena, zelena, žuta i ljubičasto-plava odnosno određenoj kombinaciji dviju od navedenih percepcija boja. **Zasićenje** je atribut koji pokazuje razinu odstupanja boje od akromatske boje iste svjetline, odnosno predstavlja odstupanje boje od svoje potpune vrijednosti (ne sadrži akromatsku komponentu). **Svjetlina** je atribut vizualne percepcije na temelju kojega uspoređivana površina u odnosu na definiranu površinu emitira ili reflektira određenu količinu svjetla. Svjetlina određuje udio crne boje u određenoj boji.

Ton i zasićenje boje su psihofizikalne veličine koje predstavljaju kromatičnost boje ili njezinu kvalitetu. Svjetlina je psihofizikalna veličina najčešće predstavlja kvantitetu boje.

Na slici 2.8. prikazan je odnos zasićenja i svjetline dva bojena stimulusa. Obje boje na slici (boja A i boja B) imaju isti ton odnosno istu dominantnu valnu duljinu. Boja B je zasićenija (čišća) u odnosu na boju A, jer se proteže na užem dijelu spektra. Ujedno je boja A svjetlija jer reflektira veći dio upadne svjetlosti.

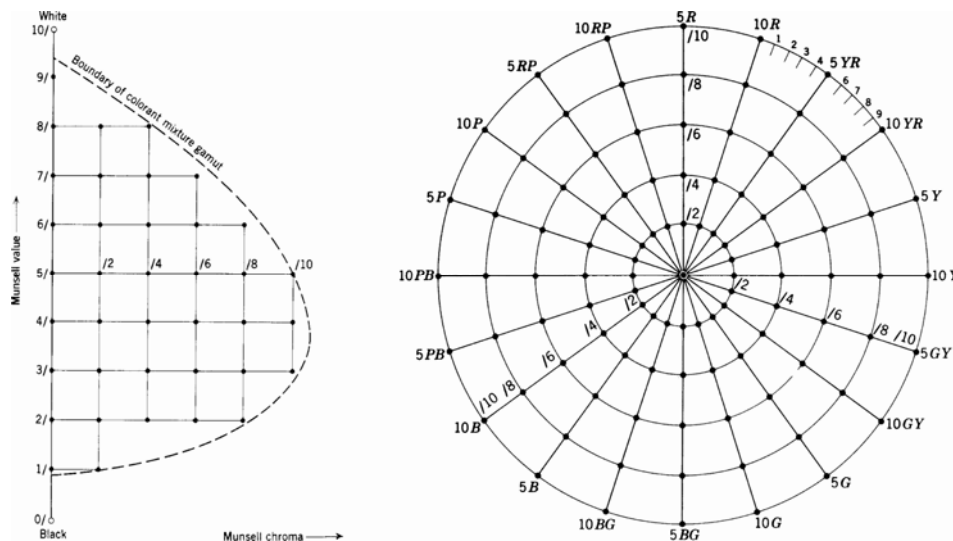


Slika 2.8. Odnos zasićenja i svjetline [67]

Razvijeno je nekoliko intuitivnih modela za prikaz opisanih percepcijskih atributa boje - Munsellov HVC model, HSB model, HLS model, LCH model te TekHVC model boja.

**Munsellov HVC model boja** (Albert H. Munsell, 1858.-1918.) je jedini intuitivni model za koji od prvog dana do danas postoji kontinuitet primjene obojenih fizičkih uzoraka (tzv. obojeni Munsellovi čipsovi i Munsellov atlas boja). Uzorci su prihvaćeni u velikog broja nacionalnih standardizacijskih ustanova i organizacija.

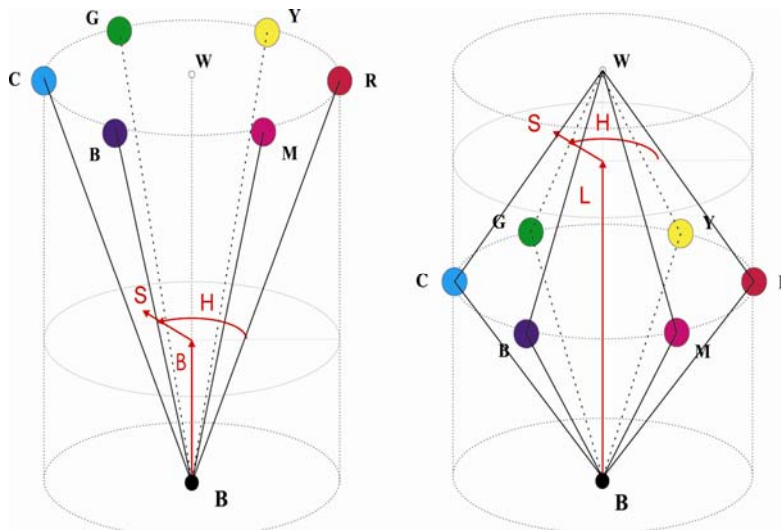
U Munsellovom modelu (slika 2.9.) svaka je boja određena s tri veličine: tonom – Munsell hue, zasićenjem – Munsell chroma i svjetlinom - Munsell value [100]. Ton boje označava se slovima i brojem, a zasićenje brojevima 0 - 14 i raste od središta prema obodu. Svjetlina boje nanosi se okomito kroz centar sustava i označava se brojevima. Primjer oznake boje: *10R 4/6*, gdje 10R označava ton boje, 4 označava svjetlinu, a 6 zasićenje boje.



Slika 2.9. Munsellov HVC model boja [100]

**HSB i HLS modeli boja** (slika 2.10.) svoju primjenu imaju kod računalnih sustava jer omogućuju definiranje boje samo na osnovi tona, ne uzimajući u obzir veličinu svjetline [54].

Naziv HSB modela boja dolazi od engleskih kratica percepcijskih atributa - *Hue*, *Saturation* i *Brightness*. Model je organiziran na način da se u krugu boje na međusobnoj udaljenosti od  $120^{\circ}$  nalaze tri primarne boje aditivne sinteze (*R*, *G* i *B*) raspoređena u obliku trokuta. Između njih se nalaze boje koje nastaju njihovim miješanjem, odnosno primarne boje suptraktivne sinteze (*C*, *M* i *Y*). Problemi HSB modela boja: ne uzima u obzir nelinearnost svjetline tj. ne postoji percepcijska uniformiranost svjetline (svjetlina od npr. 50% zapravo ovisi o tonu boje o kojoj se radi), nije postignuta neovisnost kromatičnosti o svjetlini (npr. žuta boja ispada šest puta intenzivnija od plave boje s istom svjetlinom).



Slika 2.10. HSB i HLS modeli boja [54]

Naziv HLS modela boja dolazi također od kratica percepcijskih atributa: *Hue*, *Luminescence* i *Saturation*. Model je razvijen godine kao alternativa HSB modelu boja zbog neuspješnog definiranja vrijednosti svjetline. HLS model boja izveden je s dva heksagona koja su spojena na svojim ravnim gornjim ploham. Time je za dvostruko povećana vrijednost koja opisuje svjetlinu u odnosu na prethodni HSB model.

**CIE  $L^*C^*h^0$  model boja** (slika 2.11.) je izveden iz percepcijski uniformiranog CIE  $L^*a^*b^*$  modela boja. Prvenstveno je namjenjen za prikazivanje promjena u percepcijskim atributima boja koje se odnose na svjetlinu (Lightness), kromatičnost boje (Chroma), te ton boje (Hue). Model nije namjenjen egzaktnom definiranju i prikazivanju promjena koje se odnose na zasićenost boje.

Vrijednosti percepcijskih atributa  $L^*$ ,  $C^*$  i  $h^0$  se izračunavaju iz CIE  $L^*a^*b^*$  kako slijedi: veličina  $L^*$  predstavlja svjetlinu u rasponu 0 – 100. Vrijednost joj je ista kao i u CIE  $L^*a^*b^*$  modelu boja te je na isti način definirana.

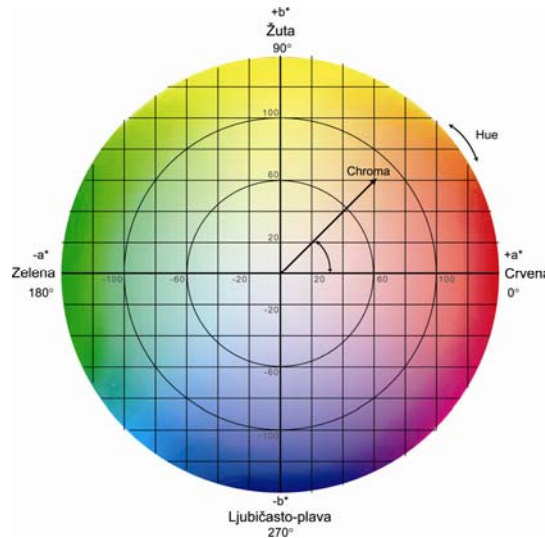
$$L^* = 116\sqrt[3]{Y/Y_0} - 16 \quad [2.1.]$$

Veličina  $C^*$  označava kromatičnost boje u rasponu (-60) – (+60). Izračunava se kao vektorska udaljenost od središta dijagrama do mjerene boje.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad [2.2.]$$

Veličina  $h^0$  označava kut tona u rasponu  $0^0 - 360^0$ : kut  $0^0$  označava crvenu boju, kut  $90^0$  žutu boju, kut  $180^0$  zelenu boju, a kut  $270^0$  ljubičasto - plavu boju.

$$h^0 = \arctg(b^*/a^*) \quad [2.3.]$$



Slika 2.11. CIE  $L^*C^*h^0$  model boja [54]

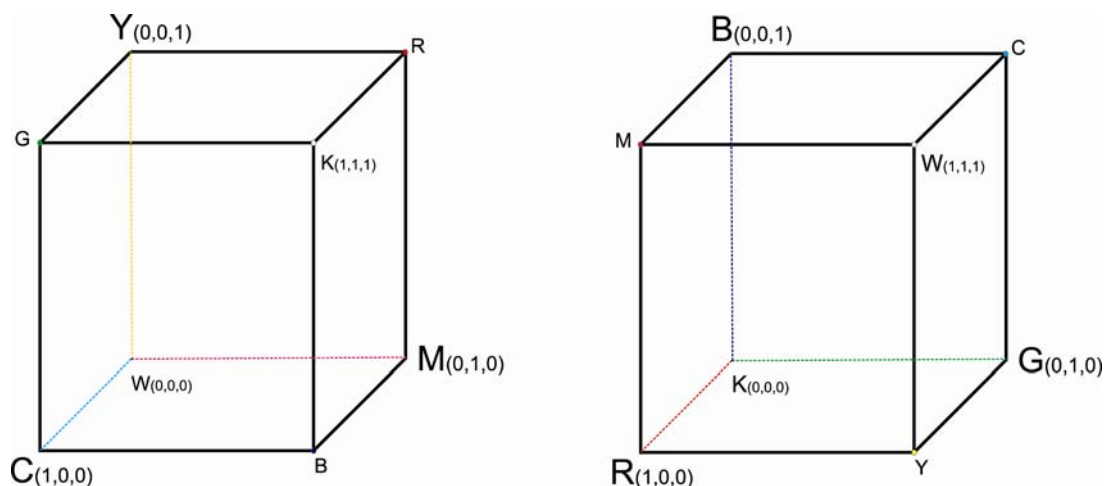
## 2) Modeli boja uređaja

Uglavnom se odnose na sklopovsku podršku pojedinih uređaja. Prikazuju boje vezano na veličine i karakteristike važne za funkcionalnost pojedinog uređaja.

### RGB i CMY(K) modeli boja

**RGB i CMY(K) modeli boja** (slika 2.12.) su zavisni prostori boja jer ovise o karakteristikama uređaja na kojem se primjenjuju. RGB model boja koristi se za procesiranje video signala na uređajima poput monitora, digitalnih kamera, mobilnih uređaja, koji koriste primarne boje aditivne sinteze kod modeliranja boja. CMY model boja koristi se za modeliranje boje na određenim uređajima odnosno medijima (grafički otisci) koji se služe primarnim bojama suptraktivne sinteze.





Slika 2.12. CMY i RGB model boja [54, 91]

RGB model boja predočava se u obliku kocke, kojoj su tri osnovne koordinate primarne boje aditivne sinteze: crvena (*Red*), zelena (*Green*) i ljubičasto-plava (*Blue*). U ishodištu sustava nalazi se crna boja, a noj nasuprot dijagonalno u prostoru nalazi se bijela. Sekundarne boje aditivne sinteze: zeleno-plava, magenta i žuta nalaze se na vrhovima kocke koji su nastali spajanjem bridova koji dolaze iz pojedinih osnovnih koordinata. Prostorna dijagonala koja spaja točke crne i bijele boje naziva se akromatska dijagonala (na njoj se nalaze sve nijanse sive boje). RGB model boja ima najširi spektar prikaza boja među svim modelima, ali je usko vezan za geometriju osvjetljavanja i temperaturu boje svjetla, pa svako prebacivanje u drugi mod rada stvara gubitak dijela tonova, zasićenosti ili svjetline.

CMY model boja se također predočava u obliku kocke. Raspored boja unutar kocke suprotan je od RGB modela boja. Osnovne koordinate predstavljaju primarne boje suptraktivne sinteze: zeleno-plava (*Cyan*), magenta (*Magenta*) i žuta (*Yellow*) [91]. CMY model boja temeljeni na suptraktivnoj sintezi modeli su boja reflektivne površine. Imaju suženiji spektar tonova i smanjenu svjetlinu u odnosu na RGB model boja.

RGB i CMY modeli boja nisu zorni i intuitivni – na temelju oznake pojedine boje (0 - 255), teško je pretpostaviti o kojoj je boji riječ. Pored toga, u takvim koordinatnim sustavima slične boje nisu susjedne. Relativno mala prostorna udaljenost (mala razlika u numeričkoj vrijednosti jedne od komponenti boje) može rezultirati velikom razlikom u percepciji boja. Najveći nedostatak modela boja zavisnih o uređaju je različito prikazivanje boja na različitim uređajima, ali je taj problem riješen postupcima kalibracije i karakterizacije.

## **Modeli boja video i televizijskih signala**

Poznati su i pod nazivom televizijski transmitivni kolor modeli. Jedna od karakteristika tih modela boja je da su im odvojene veličine *luminance* (informacija o svjetlini) od veličine *krominance* (informacija o obojenju). Nadalje, svi modeli boja video i televizijskih signala su zavisni i neintuitivni.

Najznačajniji predstavnici modela boja za video i televizijske signale su ***YUQ***, ***YUV***, ***YCbCr*** i ***YCC***. Upotrebljavaju se isključivo kao modeli boja za kromatske videosignale koji se u osnovi dijele na *analogne* i *digitalne*, te nadalje na *komponentne*, *kompozitne* i *separirane*.

***Komponentni videosignali*** svaku primarnu veličinu (krominancu i/ili luminancu) emitiraju zasebno na signalima. Osiguravaju najtočnije i najkvalitetnije reprodukcije boja.

***Kompozitni videosignali*** sadrže komponente krominance i luminance izmiješane u jedan noseći signal ili val. To je razlog da su neke interferencije između njih neizbježne, što implicira manju kvalitetu slike.

***Separirani videosignali*** često se nazivaju i S-video ili S-VHS signali. Predstavljaju kompromis između komponentnih i kompozitnih videosignala. Koriste se dvije linije: jedna za krominancu, a druga za luminancu.

### **3) Kolorimetrijski modeli boja**

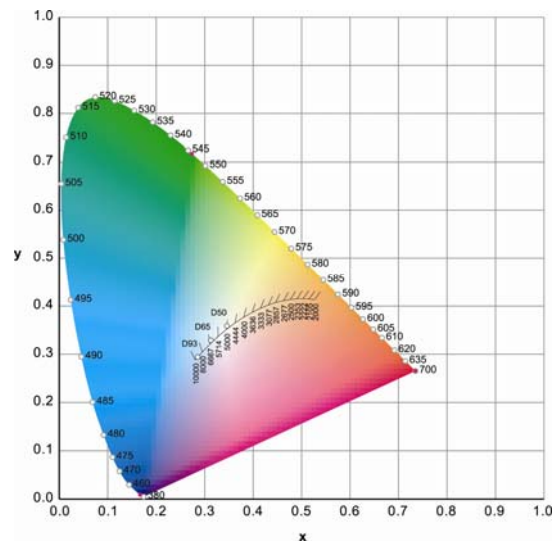
Kolorimetrijsko modeliranje boje predstavlja postupak opisivanja i definiranja izgleda boje kod kojeg se promatra utjecaj fizikalnoga stimulusa odnosno njegovih karakteristika u definiranim uvjetima na ljudski doživljaj boje. Krajnji cilj je izgradnja psihofizikalnog modela ljudskog doživljaja boje, pri čemu se trebaju ispuniti slijedeći zahtjevi [34]:

1. *Svaka pojedina boja mora imati jedinstvene koordinate opisa unutar modela. Dvije boje koje imaju iste kolorimetrijske vrijednosti moraju imati i istu pojavnost te se moraju percipirati kao jednake u definiranim uvjetima. Isto tako dvije boje s različitim koordinatama moraju se percipirati kao različite u definiranim uvjetima.*

2. *Kolorimetrijske vrijednosti trebaju se prezentirati unutar koordinatnog sustava, čije su dimenzije percepcijski ortogonalne te u određenoj mjeri u korelaciji s karakteristikama koje definiraju osnovne percepcijske attribute boja.*

3. *Stupanj različitosti između numeričkih vrijednosti koje prezentiraju dvije boje treba biti usklađen proporcionalno s percipiranom različitosti između navedenih boja.*

Prvi kolorimetrijski model boja, **CIE dijagram kromatičnosti** (poznat i pod nazivom CIE xyY model boja), usvojila je 1931. godine CIE komisija (slika 2.13. prikazuje položaj pojedinog izvora svjetlosti u CIE dijagramu s obzirom na pojedinu temperaturu boje svjetla).

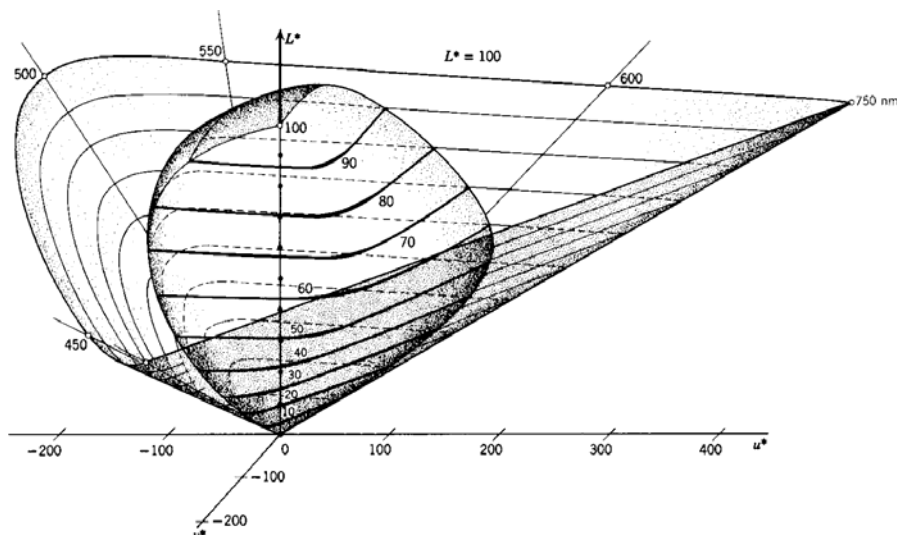


Slika 2.13. CIE dijagram kromatičnosti [38]

Boje monokromatske svjetlosti unutar CIE dijagrama kromatičnosti smještene su na krivulji i rubovima dijagrama dok se realne boje nalaze unutar dijagrama u trokutnom prostoru boja. Na slici su prikazani različiti položaji akromatske točke ovisno o izvoru svjetla odnosno temperaturi boje svjetla, s obzirom na to da je CIE dijagram kromatičnosti ovisan o izvoru svjetla.

CIE dijagram kromatičnosti nije u mogućnosti neovisno prikazati percepcijske attribute boje i njihove međusobne odnose te nije percepcijski uniformiran. Navedeni problemi uvjetovali su 1960. godine uvođenjem sustava koji daje ravnomjernija tolerantna područja, pod nazivom **CIE UCS model boja**. Ovaj model je bio jedan od prvih pokušaja izgradnje percepcijski uniformiranog modela modela boja. Nakon njega nastali su **CIE L\*u\*v'** (1964. i 1967.) te **CIE L\*u\*v\* modeli boja** (1976.) [52].

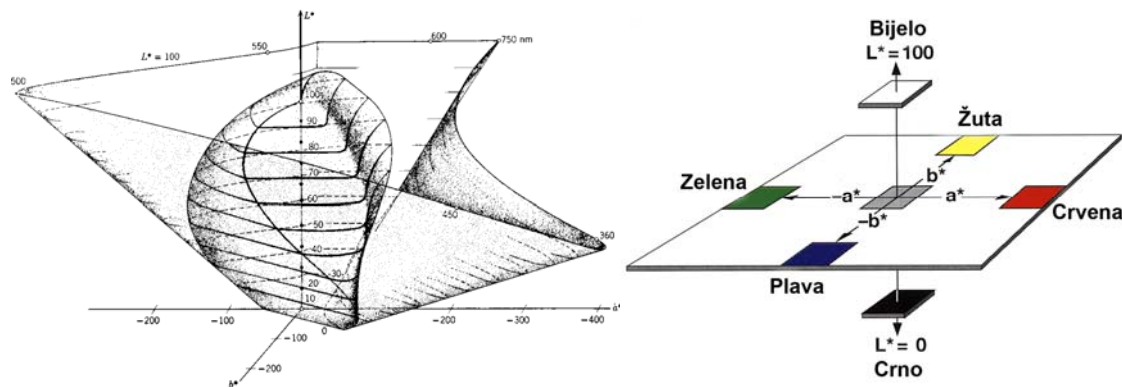
Konstrukcija CIE L\*u\*v\* modela boja temelji se na trodimenzionalnom sustavu s pravokutnim koordinatama, s tri međusobno povezana kanala: kanal L\* definira svjetlinu, a kanali u\* i v\* kromatičnost. Slika 2.14. prikazuje konstrukciju CIE L\*u\*v\* modela boja za D65 izvor svjetla i kut gledanja standardnog promatrača 10°.



Slika 2.14. CIE  $L^*u^*v^*$  model boja [100]

Model boja CIE  $L^*u^*v^*$  se primjenjuje uglavnom u industriji svjetlosnih uređaja te uređaja zasnovanih na aditivnoj sintezi boja (zaslone računala, kamera, mobilnih uređaja, TV).

Usporedno s razvojem CIE UCS i CIE  $L^*u^*v^*$  modela boja izgrađen je i perceptijski uniformirani **CIE  $L^*a^*b^*$  model boja**, temeljen na Munsell-ovom modelu prikazivanja svjetline te na Heringovoj teoriji suprotnih procesa boja (slika 2.15.).



Slika 2.15. CIE  $L^*a^*b^*$  model boja [100]

Sustav je konstruiran trodimenzionalno s koordinatama tri kanala  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ . Veličina  $L^*$  prikazuje svjetlinu u rasponu 0 (idealno bijelo) – 100 (idealno crno).

$$L^* = 116\sqrt[3]{Y/Y_n} - 16 \quad [2.4.]$$

Veličina  $a^*$  predstavlja zeleno - crvenu koordinatu u rasponu (-200) – (+200):

$$a^* = 500 \left[ \left( \sqrt[3]{X/X_n} \right) - \left( \sqrt[3]{Y/Y_n} \right) \right] \quad [2.5.]$$

Veličina  $b^*$  plavo - žutu koordinatu u rasponu (-200) – (+200).

$$b^* = 200 \left[ \left( \sqrt[3]{Y/Y_n} \right) - \left( \sqrt[3]{Z/Z_n} \right) \right] \quad [2.6.]$$

Navedeni izračun koordinata za opisivanje boje unutar CIE  $L^*a^*b^*$  modela boja ima preduvjet da su omjeri  $X/X_n$ ,  $Y/Y_n$  i  $Z/Z_n$  veći od 0,008856. U slučaju da su vrijednosti omjera  $X/X_n$ ,  $Y/Y_n$  i  $Z/Z_n$  manje ili jednake 0,008856, za izračun se koristi modificirana formula:

$$L_m^* = 903.3 Y/Y_n \quad [2.7.]$$

Svaka boja se u CIE  $L^*a^*b^*$  modelu boja može opisati pomoću percepcijskih atributa, tona i kromatičnosti, putem slijedećih formula:

$$C_{ab}^* = \sqrt{\left[ (a^*)^2 + (b^*)^2 \right]} \quad [2.8.]$$

$$h_{ab}^* = \arctg \sqrt{b^*/a^*} \quad [2.9.]$$

Razlika u kromatičnosti može se odrediti kao:

$$\Delta C_{ab}^* = C_{ab}^* - C_{abref}^* \quad [2.10.]$$

Ukoliko je vrijednost razlike pozitivna, indicira se visoka kromatičnost, a negativna vrijednost indicira nisku kromatičnost [57].

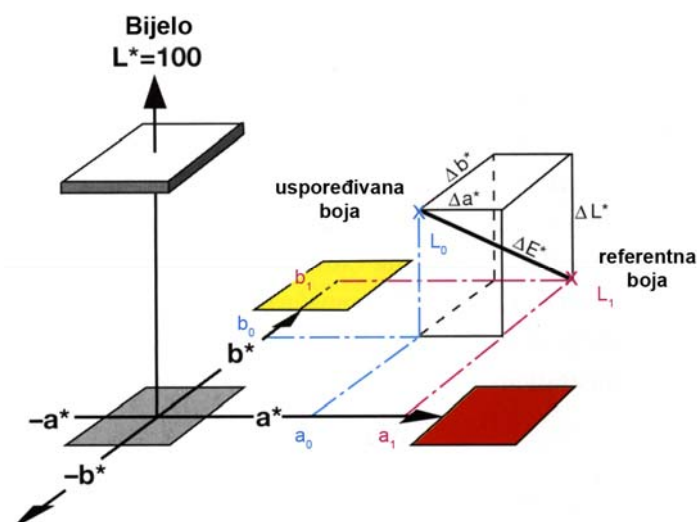
Razlika u tonu boje može se izračunati pomoću slijedećih izraza:

$$\Delta H_{ab}^* = \sqrt{\left[ (\Delta E_{ab}^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C_{ab}^*)^2 \right]} \quad [2.11.]$$

$$\Delta H_{ab}^* = \sqrt{\left[ (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 - (\Delta C_{ab}^*)^2 \right]} \quad [2.12.]$$

Vrijednost razlike tona boje je pozitivna ukoliko je ton uspoređivane boje veći od tona referentne boje. U protivnom, razlika tona je negativna [57].

Razliku između dvije točke u nekom modelu boja moguće je prikazati grafički putem **kolorimetrijske razlike boja** ( $\Delta E^*$ ). Ona predstavlja euklidsku razliku između koordinata dvije boje, referentne  $L_1$  i uspoređivane  $L_0$  (slika 2.16.).



Slika 2.16. Kolorimetrijska razlika boja kod CIE  $L^*a^*b^*$  modela boja [17]

Vrednovanje veličine kolorimetrijske razlike boja sa stajališta standardnog promatrača određeno je sljedećim kriterijima [17]:

Tabela 2.2. Vrednovanje kolorimetrijske razlike boja

$\Delta E^* < 1$	odstupanje koje se ne zamijećuje
$\Delta E^* = (1-2)$	vrlo mala razlika; zamjetna samo iskusnom promatraču
$\Delta E^* = (2-3,5)$	srednja razlika; zamjetna čak i neiskusnom promatraču
$\Delta E^* = (3,5-5)$	velika razlika
$\Delta E^* > 6$	ogromna razlika

Izračun kolorimetrijske razlike boja kod CIE  $L^*a^*b^*$  modela boja omogućuje sljedeća formula:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]} \quad [2.13.]$$

$$\Delta L = L_0 - L_1, \quad \Delta a = a_0 - a_1, \quad \Delta b = b_0 - b_1 \quad [2.14.]$$

gdje se veličine  $L_0$ ,  $a_0$  i  $b_0$  odnose na uspoređivanu boju, a  $L_1$ ,  $a_1$  i  $b_1$  na boju prema kojoj se mjeri odstupanje (referentna boja).

CIE tehnička komisija TC1-29 za izradu standarda (ISO standardi) dala je 1994. g. modificiranu jednažbu CIE  $L^*a^*b^*$  (CIE94) sljedećeg matematičkog izraza:

$$\Delta E^*_{94} = \sqrt{\left[ \left( \frac{\Delta L^*}{k_L S_L} \right)^2 + \left( \frac{\Delta C^*_{ab}}{k_C S_C} \right)^2 + \left( \frac{\Delta H^*_{ab}}{k_H S_H} \right)^2 \right]} \quad [2.15.]$$

$$k_L = k_C = k_H = 1 \text{ za referentne uvjete} \quad [2.16.]$$

$$S_L = 1; S_C = 1 + 0,045C^*_{ab}; S_H = 1 + 0,015C^*_{ab} \quad [2.17.]$$

gdje su  $k_L$ ,  $k_C$  i  $k_H$  korekcijski parametri koji se koriste za prilagođavanje relativnih vrijednosti svjetline, zasićenja i tona kod uvjeta promatranja koji su različiti od onih definiranih od strane CIE komisije [16]. Faktori  $S_L$ ,  $S_C$  i  $S_H$  predstavljaju pozicijske funkcije, čija je uloga ispravljenje percepcijske neuniformiranosti  $CIE L^*a^*b^*$  modela boja.

Jednadžba je 2000. godine dorađena od strane CIE tehničke komisije TC1-47 (CIEDE2000), no niti taj matematički model ne odgovara u potpunosti vizualnoj percepciji boje (95% podudaranja s vizualnom percepcijom) [56].

#### 4) Modeli za opis pojavnosti boja

Kada se dva stimulusa s indentičnim CIE XYZ tristimulusnim vrijednostima promatraju u pojedinačnim i definiranim uvjetima, izazvati će jednaku percepciju kod standardnog promatrača. Modeli boja bazične kolorimetrije (CIE  $xyY$ , CIE  $UCS$ , CIE  $L^*u^*v^*$ , ...) opisuju i definiraju boje te njihove međusobne odnose isključivo u navedenim istovjetnim uvjetima promatranja stimulusa.

Ukoliko dolazi do promjene različitih utjecajnih parametara prilikom promatranja nekih grafičkih reprodukcija (mediji, standardni izvori svjetla, razina osvjetljenja, bojene karakteristike stimulusa, geometrijske strukture stimulusa, kut promatranja), tada se nameće potreba primjene modela boja koji opisuju pojavnost boja.

Da bi se neki model boja mogao smatrati modelom pojavnosti boja, treba udovoljavati minimalne zahtjeve prema definiciji CIE tehničke komisije TC1-34. Model mora uključiti varijable relativnih percepcijskih atributa boje (svjetline, kromatičnosti i tona), te mora uključiti barem neke oblike transformacija vezanih uz kromatsku adaptaciju [28, 101, 102]. Pored toga mora uključivati transformacije vezane uz promjenu razine osvjetljenja, pa čak i pojedine psihofizikalne vizualne efekte.

Sukladno navedenim minimalnim kriterijima,  $CIE L^*a^*b^*$  model boja zadovoljava minimalne kriterije te se može smatrati modelom za opis pojavnosti boja. Svojom

konstrukcijom osigurava korelaciju između percepcijskih atributa boje, nezavisan je od uređaja i percepcijski je uniformiran (implementiran je algoritam za određivanje utjecaja kromatske adaptacije, tzv. Von Kriesov model transformacije) [27].

Pored činjenice da CIE  $L^*a^*b^*$  model boja zadovoljava minimalne kriterije da ga se proglasi modelom pojavnosti boja, evidentni su nedostaci njegove kompleksnosti i nedorečenosti u mnogim situacijama pojavnosti boja [26]:

- *nije u mogućnosti predvidjeti i specificirati utjecaj ambijentalno-adaptacijskih efekata kao što su kromatska i svjetlosna adaptacija te promjene razine osvjetljenosti (ograničena točnost Von Kriesovog modela transformacije vezane uz kromatsku adaptaciju); nepostojanje metoda transformacija vezanih uz svjetlosnu adaptaciju i promjenu nivoa osvjetljenosti, što za posljedicu ima nemogućnost predviđanja i određivanja utjecaja Stevensovog, Huntovog i sličnih efekata,*

- *nije u mogućnosti predvidjeti i specificirati utjecaj pozadinskih efekata kao što su indukcija, kromatska indukcija, kromatska asimilacija, nabiranje i proširivanje; razlog je što se formule za određivanje razlike među bojama temelje na usporedbama između objekata istoga oblika, veličine i površinskih karakteristika u jednakim okolnostima promatranja s obzirom na osvjetljenost, kut gledanja, udaljenost, okruženje i pozadinu,*

- *nije u mogućnosti predvidjeti i specificirati utjecaj geometrijsko-strukturalnih efekata i efekata temeljenih na tzv. "višim" razinama mehanizama percepcije kao što su npr. efekti kretanja ili McCollough-ov efekt,*

- *nije u mogućnosti predvidjeti i specificirati utjecaje kombinacija prethodno nevedenih karakteristika.*

Određivanje ljudske percepcije boja ovisi, pored tristimulusne informacije, o točnosti predviđanja utjecaja pojedinih psihofizikalnih vizualnih efekata kao i karakteristika uvjeta promatranja stimulusa [41, 70, 71]. Postoji nekoliko različitih modela pojavnosti boja koji na različite načine i s različitom točnošću pokušavaju predvidjeti pojavnost boja u različitim uvjetima promatranja - RLAB, LLAB, ZLAB, CIECAM97, CIECAM02, Guth, Nayatani, Hunt, ...

Tabela 2.3. prikazuje mogućnosti predviđanja određenih percepcijskih atributa, uvjeta promatranja i psihofizikalnih vizualnih efekata kod pojedinih modela pojavnosti boja (bez podatka o točnosti, odnosno uspješnosti predviđanja) [26].



*Tabela 2.3. Mogućnost predviđanja različitih percepcijskih atributa i psihofizikalnih vizualnih efekata kod pojedinih modela pojavnosti boja*

	Vrsta modela za opis pojavnosti boja						
	ATD	CIE L*a*b*	LLAB	RLAB	Nayatani	Hunt	CIECAM
Svjetlina		+	+	+	+	+	+
Bjelina	+				+	+	+
Kromatičnost		+	+	+	+	+	+
Zasićenje	+		+	+	+	+	+
Ton			+	+	+	+	+
Helson-Juddov efekt					+	+	
Stevensov efekt					+	+	+
Huntov efekt	+		+		+	+	+
Helmholtz-Kohlrauschov efekt	+		+			+	
Bartleson-Brenemanov efekt				+		+	+
Isključivanje utjecaja izvora svjetla na percepcijske attribute			+	+		+	+
Nepotpuna adaptacija		+		+		+	+
Razlika među bojama			+	+		+	?
Ostale karakteristike	+				+	+	

2004. godine usvojen je od strane CIE komisije jedini trenutno važeći CIE model pojavnosti boja pod nazivom CIECAM02 (**CIE Colour Appearance Model 2002** for Colour Management Systems). CIECAM02 model je predložio 2002. godine CIE TC8-01 (pod vodstvom M. Nathana), nadopunjujući prethodni CIECAM97 model pojavnosti boja.

Razvoj modela za opis pojavnosti boja usmjeren je na nadogradnju postojećih modela, prije svega po pitanju mogućnosti što uspješnijeg predviđanja psihofizikalnih vizualnih efekata. Sami efekti podrazumijevaju utjecaj različitih parametara na percepciju promatranog stimulusa (veličina i oblik stimulusa, geometrijska struktura, kompleksnost stimulusa, pozadina i okruženje promatranja stimulusa, kut upada stimulusa, ...) [5]. Wu i Wardman su 2007. godine predložili modifikaciju CIECAM02 modela boja s uključenim predviđanjem efekta simultanog kontrasta kao jednog od važnijih efekata za grafičke dizajnere. Predloženi model su nazvali CIECAM02-m2 [98].

## 2.3. Vizualna psihofizika

Intenzitet doživljaja kvalitete neke reprodukcije ovisan je, pored različitih gamuta reprodukcije, o nizu parametara kojima je definirana pojavnost boje, kao što su diferencijacija tonova, psihofizikalni vizualni efekti, ambijentalni uvjeti itd.

Većina definicija boje uključuju tri uvjeta koji pretpostavljaju vizualnu percepciju boje: izvor svjetla potreban za pobudu osjeta vida, objekt koji se promatra i njegove karakteristike koje moduliraju svjetlost te osjet vida. Ukoliko se u takvom sustavu vrši vrednovanje intenziteta percepcije boje neke reprodukcije, dolazi do stanovitih odstupanja praga vizualne percepcije prezentiranih stimulusa na različitim medijima. Odstupanja su uzrokovana utjecajem pojedinih psihofizikalnih vizualnih efekata i karakteristikama uvjeta promatranja stimulusa [12, 19, 24, 45].

Istraživanje odnosa između fizikalnog stimulusa i percepcijske reakcije koju stimulus izaziva je područje kojim se bavi znanstvena disciplina **psihofizika**. Pojam psihofizika (*eng. Psychophysics*) dolazi od grčke riječi *psyche* (duša) i latinske *physica* (prirodna znanost).

Psihofizika kao znanstvena disciplina obuhvaća više različitih područja koja istražuju odnose između fizikalnih stimulusa i njima pripadajućih percepcijskih reakcija. Pri tome se proučavaju svi oblici ljudske percepcije. Za procese grafičke reprodukcije primarno je značajna **vizualna psihofizika** (psihofizika vizualne percepcije) koja se definira kao deskriptivna znanost usmjerena na specificiranje sposobnosti senzora normalnog ljudskog vizualnog sustava [31].

### 2.3.1. Osnove vizualne psihofizike

Vizualna psihofizikalna istraživanja uglavnom su usmjerena prema određivanju praga ili granice početka percipiranja fizikalnog stimulusa (*eng. threshold*).

**Prag vizualne percepcije** definira se kao minimalna vrijednost nekog fizikalnog stimulusa potrebnog da se izazove percepcijska reakcija ili promjena percepcijskog doživljaja [73].

Pojam prag vizualne percepcije može se podijeliti u tri osnovne grupe (ovisno o načinu razlikovanja stimulusa i njihovog tumačenja u ljudskom mozgu) [73]:

- **apsolutni prag** - minimalna količina stimulusa potrebna za detekciju prisutnosti stimulusa, odnosno pobudu percepcije,
- **razlikovni prag i prirastni prag** - pragovi vizualne percepcije koje određuje različitost u doživljaju koje dva uspoređivana stimulusa izazivaju (obzirom na neke od njihovih karakteristika)

Svrha svakog vizualnog psihofizikalnog istraživanja je kvantitativno odrediti i definirati percepcijsku reakciju ispitivanog subjekta izazvanu stimulusom točno definiranih fizikalnih karakteristika (instrumentalno mjerljivih) [21, 99].

Vizualna psihofizikalna istraživanja imaju:

- **deskriptivni karakter** (daju opis doživljaja) – omogućavaju definiranje i specificiranje sposobnosti ljudskog osjetila da percipiraju pojedine vrste stimulusa  
ili
- **analitički karakter** (povezuje vrijednost veličine stimulusa i doživljaja) – do rezultata istraživanja se dolazi instrumentalnom analizom neuralnih mehanizama i reakcija u ljudskom mozgu uzrokovanih poznatim fizikalnim stimulusom.

Kvalifikacija praga vizualne percepcije u istraživanjima moguća je na nekoliko načina: procjena ispitanika da li nešto zamjećuje ili ne zamjećuje – **vizualna detekcija**, procjena ispitanika potencijalnog odstupanja između referentnog i uspoređivanog stimulusa – **vizualna diskriminacija**, te ispitanikovo prepoznavanje, imenovanje ili opisivanje promatranog stimulusa s obzirom na određene karakteristike – **vizualno prepoznavanje**.

Psihofizikalna istraživanja praga vizualne percepcije nisu jednoznačna i univerzalna - ukoliko ih se promatra kroz niz ponavljanja unutar jednog eksperimenta (isti stimulusi i isti promatrači u jednakim uvjetima), ili pak kroz pregled cijelog niza različitih eksperimenata, rezultati istraživanja su skloni osciliranju. Razlog tome su fluktuacije stimulusa, neuralnih aktivnosti, pozornosti, psiholoških predrasuda i slično.

Odnosi između fizikalnog stimulusa i percepcijske reakcije koju stimulus izaziva su u većini slučajeva nelinearni, imaju karakteristiku logaritamske funkcije. Postupak **kreiranja osjetilne skale** omogućuje stavljanje vrijednosti stimulusa i pripadajućeg osjeta u međusobno zavisan odnos. Postupak se može razdijeliti na dva osnovna smjera: **procjena odnosa i procjena veličina**. Kod tehnike kreiranja osjetilne skale pod nazivom procjena odnosa razlikuju se principi **skale produkcije odnosa** i **skale procjene odnosa**. Tehnika procjene

veličina ima također dvije varijante, princip *skale produkcija veličina* i princip *skale procjena veličina*.

### **2.3.2. Metode psihofizikalnih istraživanja**

Znanstvene metode određivanja praga vizualne percepcije u psihofizikalnim istraživanjima mogu se podijeliti na [46]: *metodu konstantnih stimulusa, metodu limita i metodu ugađanja ili podešavanja*.

#### **a) Metoda konstantnih stimulusa**

Tvorac ove metode je Graham 1965. godine, a Kling i Riggs su je 1971. godine doradili do današnjeg oblika. Smatra se jednom od najtočnijih metoda psihofizikalnog određivanja praga vizualne percepcije. U metodi konstantnih stimulusa ispitaniku se prema slučajnom uzorku prezentira niz različitih stimulusa (najčešće 5 - 9), preddefiniranih i fiksnih vrijednosti. Vrijednosti se odabiru tako da se pokrije cjelokupno potencijalno područje praga vizualne percepcije. Najmanja vrijednost stimulusa postavlja se malo ispod, a najveća malo iznad očekivanog praga vizualne percepcije. Odabrane vrijednosti stimulusa se u nekoliko ponavljanja (do 50) predstavljaju ispitaniku prema slučajnom redoslijedu pri čemu se od njega zahtjeva da procijeni da li je detektirao ili nije promatrani stimulus.

#### **b) Metoda limita**

Metodu limita postavili su Kling i Riggs 1971. godine. Koncipirana je tako da se ispitaniku uzastopno prezentira niz stimulusa fiksnih vrijednosti koji obuhvaćaju potencijalno područje praga vizualne percepcije. Stimulusi se prezentiraju uglavnom od većeg prema manjem (ili obratno). Prilikom detekcije stimulusa ispitanik daje pozitivan odgovor. Stimulusi koji nisu detektirani označavaju se negativno od strane ispitivača. Eksperiment se ponavlja nekoliko puta (do 20). Pragom vizualne percepcije se smatra vrijednost stimulusa koja je detektirana u najmanje 50% ponavljanja. Metoda limita je relativno brza i jednostavna te polučuje zadovoljavajuće rezultate istraživanja.

#### **c) Metoda ugađanja**

U metodi ugađanja ili podešavanja ispitivač podešava uređaj za regulaciju stimulusa niže ili više od potencijalnog područja praga vizualne percepcije. Zadatak ispitanika je podesiti uređaj na vrijednost kod koje stimulus izaziva očekivanu percepciju kod ispitanika. Eksperiment se ponavlja nekoliko puta (do 10). Pragom vizualne percepcije se smatra

vrijednost stimulusa koja je detektirana u najmanje 50% ponavljanja. Metoda ugađanja je najjednostavnija i najdirektnija metoda određivanja praga vizualne percepcije (ispitanik sam regulira vrijednosti stimulusa) [73].

### **2.3.3. Tehnike vizualnog ocjenjivanja u procesu grafičke reprodukcije**

Vizualno ocjenjivanje u procesu grafičke reprodukcije podrazumijeva uspoređivanje originala i reprodukcije prema ciljanim kvalitativnim i/ili kvantitativnim mjerilima. Ujedno se može opisati i kao usporedba referentnog stimulusa s testnim odnosno uspoređujućim stimulusom.

Godine 1996. Braun, Fairchild i Alessi definirali su pet tehnika vizualnog ocjenjivanja odnosa između originala i reprodukcije (referentnog i uspoređivanog stimulusa) u procesu grafičke reprodukcije (reprodukcija istovjetnog stimulusa na različitim medijima) [6]: *memorijsko usuglašavanje, sukcesivno–binokularno-memorijsko usuglašavanje, simultano-binokularno usuglašavanje, simultano-haploskopsko usuglašavanje i sukcesivno-„Gazfeldovo“-haploskopsko usuglašavanje.*

*Memorijsko usuglašavanje* – referentni i uspoređivani stimulus ne mogu se vidjeti u isto vrijeme, niti promatrač može iznova pogledati referentni stimulus kako bi dao svoju konačnu ocjenu; ocjena se daje temeljem memorijske usporedbe te potencijalnog odstupanja uspoređivanog od referentnog stimulusa.

*Sukcesivno binokularno memorijsko usuglašavanje* - tehnika slična memorijskom usuglašavanju, s razlikom što promatrač može u bilo kojem trenutku ponovno pogledati referentni stimulus; ocjena se daje temeljem pamćenja.

*Simultano binokularno usuglašavanje* - referentni i uspoređivani stimulus nalaze se istovremeno jedan pored drugog, u cjelovitom vidnom području; ocjenjivanje se provodi simultanom usporedbom referentnog i uspoređivanog stimulusa; trajanje ocjenjivanja” nesukladnosti referentnog i uspoređivanog stimulusa je kraće nego kod prethodnih tehnika te je moguća točnija ocjena.

*Simultano haploskopsko usuglašavanje* – istovremeno se referentni stimulus promatra jednim okom, a uspoređivani stimulus drugim okom; između očiju nalazi se simetrična pregrada koja priječi da se jednim okom vide oba stimulusa.

*Sukcesivno "Ganzfeldovo" haploskopsko usuglašavanje* – ocjenjivanje slično simultanom haploskopskom usuglašavanju; razlika je u tome što se stimulusi na promatraju istovremeno već odvojeno jedan za drugim.

## **2.4. Psihofizikalni vizualni efekti**

Vizualni efekti su percepcijski „prividi“ nastali u psihofizikalno određenim situacijama uslijed djelovanja različitih parametara (karakteristike prostorne strukture i oblika stimulusa i pozadine, vrste izvora svjetlosti, razina osvjetljenja, ...). Promatrač percipira boje koje ne postoje ili boje percipira nesukladno fizikalnim vrijednostima istih. Predviđanje i specificiranje doživljaja pojavnosti boje u takvim okolnostima omogućuju pojedini modeli pojavnosti boja (RLAB, LLAB, ZLAB, Guth, Nayatani, Hunt, CIECAM97, CIECAM02, CIECAM02-m2) (tabela 2.3.).

Psihofizikalni vizualni efekti mogu se klasificirati na: *pozadinske efekte, adaptacijske efekte te ostale psihofizikalne vizualne efekte.*

### **2.4.1. Pozadinski efekti**

Pozadinski psihofizikalni vizualni efekti nastaju djelovanjem karakteristika i oblika prostorne strukture stimulusa te okruženja (pozadine) [12]. U tu skupinu spadaju efekti: *simultani kontrast (indukcija), nabiranje i proširivanje.*

#### **a) Simultani kontrast**

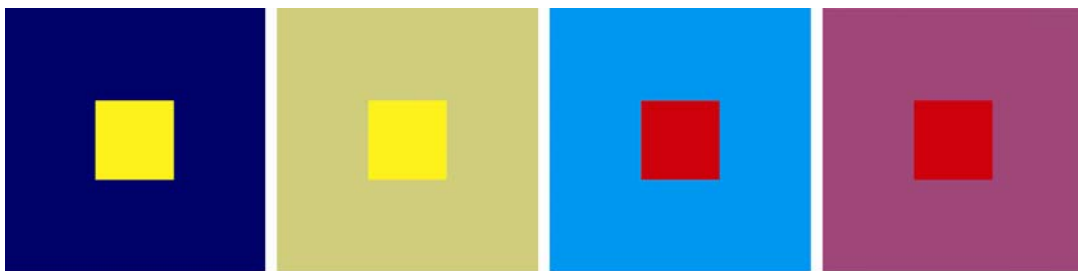
Djelovanjem promjene boje pozadine određenog stimulusa izaziva se pomak pojavnosti boje tog stimulusa te nastaje psihofizikalni vizualni efekt *indukcija ili simultani kontrast* [66].

Slika 2.17. prikazuje efekt *akromatskog simultanog kontrasta* - svijetla pozadina pojačava (inducira) karakteristike stimulusa tako da se on čini tamnijim odnosno tamna pozadina pojačava karakteristike stimulusa tako da se on čini svijetlijim.



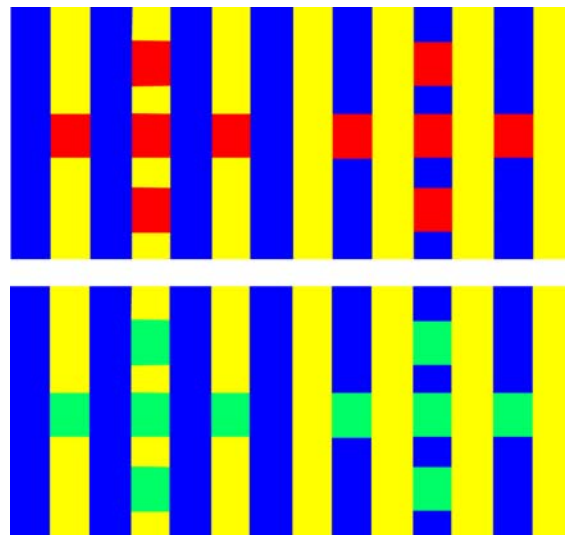
Slika 2.17. Akromatski simultani kontrast [66]

Pored efekta akromatskog simultanog kontrasta postoji i efekt *kromatskog simultanog kontrasta*. Temelji se na kromatskoj adaptaciji [12], a najizraženiji je kod parova komplementarnih boja.



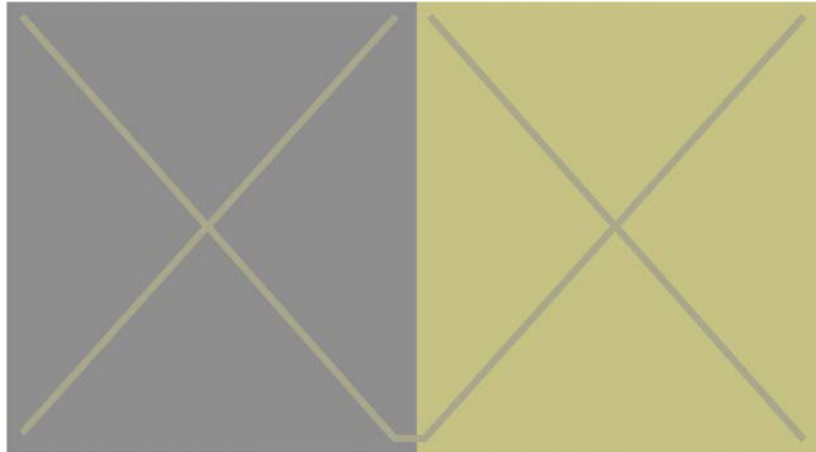
Slika 2.18. Kromatski simultani kontrast [66]

Postoji čitav niz zanimljivih primjera efekta kromatskog simultanog kontrasta. Na slici 2.19. prikazan je Robertson-Whiteov model efekta kromatskog simultanog kontrasta [84].



Slika 2.19. Robertson-Whiteov model kromatskog simultanog kontrasta [84]

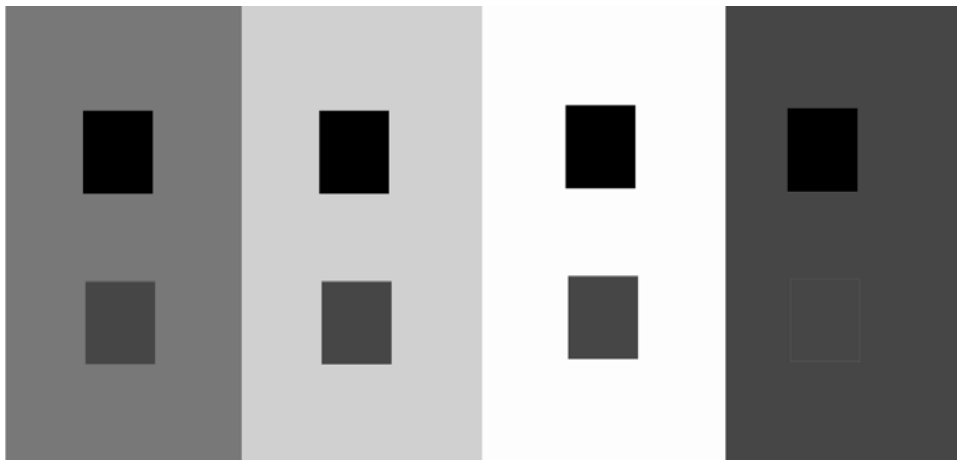
Josef Albers je 1963. godine istraživao različite vidove efekta simultanog kontrasta s ciljem iskorištavanja efekta u području grafičkog dizajna [2]. Slika 2.20. prikazuje Albersov model kromatskog simultanog kontrasta.



Slika 2.20. Albersov model kromatskog simultanog kontrasta [2]

### b) Nabiranje

*Nabiranje* (eng. *crispening*) je efekt prividnog povećanja intenziteta doživljaja boje između dva uspoređivana stimulusa. Uvjet pojave ovog efekta je da je fizikalna vrijednost pozadine uspoređivanih stimulusa vrlo slična fizikalnoj vrijednosti samih stimulusa [26]. Ovaj efekt je u velikoj mjeri povezan s efektom simultanog kontrasta [52]. Na slici 2.21. prikazano je *akromatsko nabiranje*.



Slika 2.21. Akromatsko nabiranje [76]

Efekt nabiranja javlja se i kod kombinacija kromatskih stimulusa – *kromatsko nabiranje*. [1]. Ukoliko se pored efekta nabiranja pojavljuju i efekti kromatske adaptacije te kromatske indukcije, nastaje efekt koji se naziva **kromatska asimilacija** (slika 2.22.).



# KROMATSKA ASIMILACIJA

# KROMATSKA ASIMILACIJA

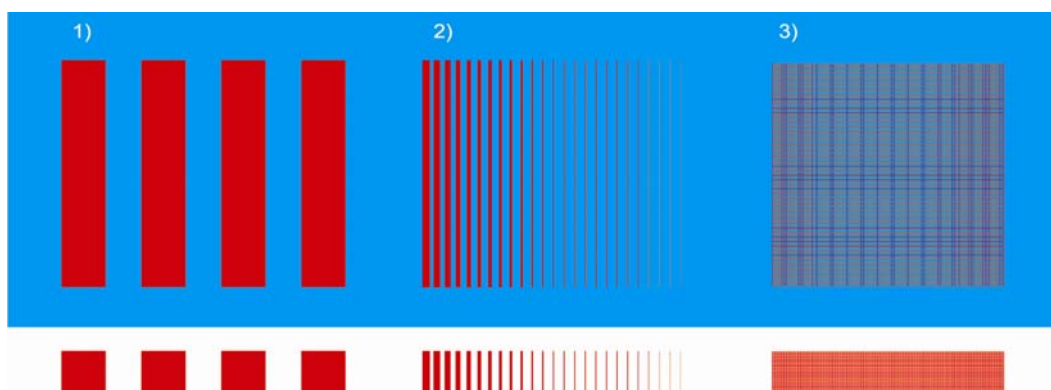
# KROMATSKA ASIMILACIJA

# KROMATSKA ASIMILACIJA

Slika 2.22. Kromatska asimilacija [66]

## c) Proširivanje

*Proširivanje* (eng. *spreading*) predstavlja efekt prividnog miješanja primarnog stimulusa sa svojom pozadinom. Efekt se pojavljuje ukoliko su udaljenost između promatrača i stimulusa s pozadinom te širina vidnog polja toliki da dolazi do stapanja stimulusa sa pozadinom u jedinstvenu cjelinu (stimulus i pozadina se ne razlikuju) [76]. Na slici 2.23. prikazana je promjena frekvencije, veličine i oblika pojavljivanja stimulusa na pozadini.



Slika 2.23. Proširivanje boje [66]

Tehnike rastriranja u području grafičke tehnologije temeljene su na efektu proširivanja. Amplitudno i frekventno modulirani rasteri određeni su veličinom odnosno frekvencijom pojavljivanja rasterskih elemenata kao stimulusa na pozadini (slika 2.24.).



Slika 2.24. AM i FM tehnike rastriranja [60]

## 2.4.2. Adaptacijski efekti

Sposobnost čovjeka da nelinearno prilagođava i mijenja osjetljivost svojih receptorskih stanica s obzirom na pojedina svojstva stimulusa naziva se **adaptacija**. Razlog adaptaciji je specificiranje stimulusa s dovoljnom količinom informacija potrebnih za procesiranje na osjetilnim ili kognitivnim nivoima percepcije. Glavna uloga mehanizama adaptacije u ljudskom organizmu je da se promatrača učini manje osjetljivim na promjene stimulusa.

Pojedini mehanizmi adaptacije u ljudskom organizmu specificirani su ovisno o karakteristikama stimulusa te s obzirom na vrijeme djelovanja mehanizama (kreće se od malog dijela sekunde do jedne godine).

Osnova **adaptacijskih efekata**, kao produkta procesa adaptacije, je nelinearnost u percepciji. Ona je naročito prisutna u percepciji odnosa između intenziteta svjetlosti i svjetline (percepcija ili doživljaj intenziteta svjetlosti). Odnos između intenziteta svjetlosti i svjetline nije linearan nego više nalikuje logaritamskoj funkciji [29].

Psihofizikalni adaptacijski vizualni efekti temeljeni na jednostavnijim karakteristikama stimulusa ili fizikalnim karakteristikama (senzorski nivoi percepcije), nazivaju se u pojedinim literaturama **adaptacijski efekti temeljeni na nižim mehanizmima percepcije**. S druge strane postoji skupina adaptacijskih psihofizikalnih vizualnih efekata čija je manifestacija, osim uz bojene karakteristike stimulusa, vezana i uz položaj stimulusa u prostoru te uz geometrijsku strukturu stimulusa. Nazivaju se **adaptacijski efekti temeljeni na višim ili kortikalnim nivoima percepcije** odnosno **geometrijsko-strukturalni adaptacijski efekti**.

### Adaptacija na svjetlost i tamu

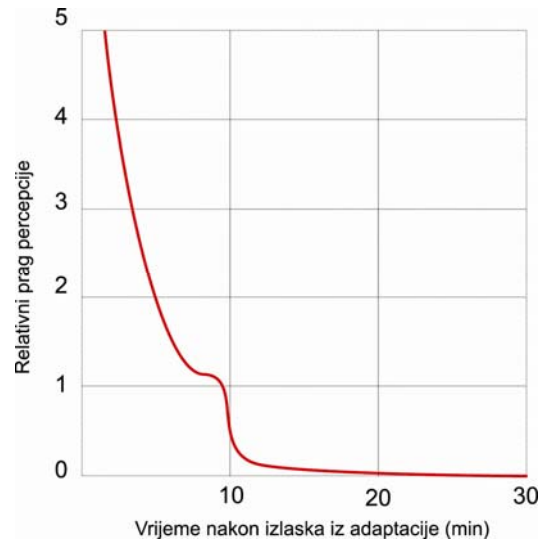
Sposobnost smanjivanja osjetljivosti vizualnog sustava uslijed povećavanja ukupne razine osvjetljenosti naziva se **adaptacija na svjetlost**. Sposobnost povećavanja osjetljivosti vizualnog sustava uslijed smanjenja ukupne razine osvjetljenosti naziva se **adaptacija na tamu** [46].

Ljudski mozak ne obrađuje raspon intenziteta koji receptorske stanice mogu percipirati. Informacije o stimulusima obrađuju se tako što se veći broj različitih ulaznih informacija mapira u manji broj doživljaja. Prilagođavanje cjelokupnog vizualnog sustava i sposobnost zaključivanja ljudskog mozga sa što manjim brojem informacija nije mana već prednost [29].

Kada se pod dnevnim svjetlom ili mjesečinom promatra otisak na kojem je otisnuta crna točka na bijeloj podlozi, razlika u intenzitetu osvjetljenja može iznositi i do 1.000.000 : 1 [20].

Međutim, percepcija doživljene različitosti kod promatrača neće biti niti približna navedenoj razlici u intenzitetu osvjetljenja.

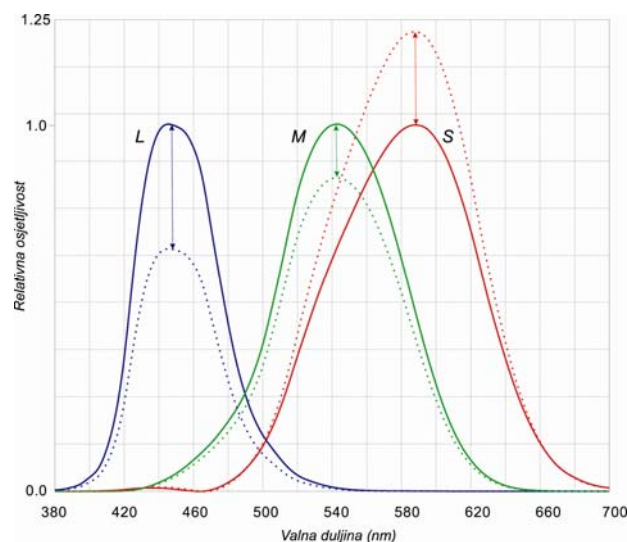
Na slici 2.25. prikazano je vrijeme potrebno za obnavljanje vrijednosti praga “standardne” vizualne osjetljivosti nakon adaptacije iz tamnog u svjetlo.



Slika 2.25. Vrijeme potrebno za obnavljanje praga “standardne” vizualne osjetljivosti [73]

### Kromatska adaptacija

Psihofizikalni vizualni efekt **kromatska adaptacija** temelji se na neovisnom sustavu kontrole osjetljivosti između tri skupine fotoreceptora (L, M i S čunjići). Pored toga postoji i određeni utjecaj mehanizama na kojima se temelji teorija suprotnih procesa [39].



Slika 2.26. Ugađanje nivoa relativne osjetljivosti čunjića [66]

Ljudski vizualni sustav se može prilagoditi uvjetima promatranja. Takvo što omogućuje sposobnost fotoreceptora da svoju osjetljivost ugađaju međusobno neovisno. Slika 2.26.

prikazuje međusobno neovisno prilagođavanje nivoa relativne osjetljivosti L, M i S čunjića uslijed procesa kromatske adaptacije.

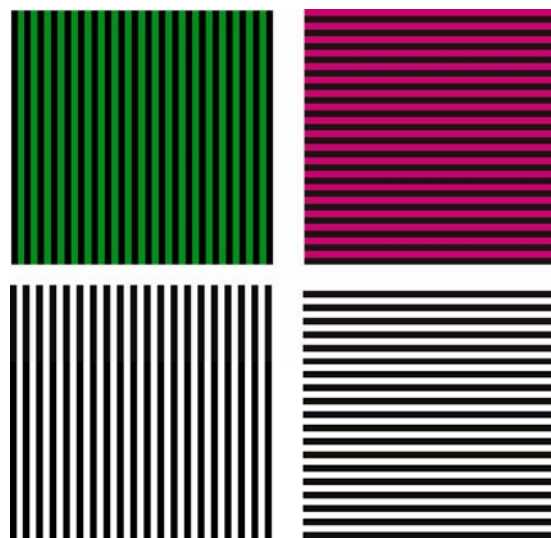
Ljudski vizualni sustav se, osim s obzirom na karakteristike različitih iluminatora, može kromatski adaptirati i s obzirom na visoko saturirane dominantne valne duljine objekata ili površina koji nas okružuju (*prvenstveno boja primarne ili sekundarne sinteze*). Dolazi do smanjenja razine osjetljivosti receptora koji su zaduženi za percepciju navedenih boja u okruženju (boja na koje je provedena adaptacija) [79].

### **Adaptacijski efekti temeljeni na višim ili kortikalnim nivoima percepcije**

Percepcija ove skupine efekata ostvaruje se u višim razinama vizualnog sustava odnosno u korteksu ljudskog mozga. Kako je ranije spomenuto, njihova manifestacija je vezana uz bojene karakteristike stimulusa, položaj stimulusa u prostoru te uz geometrijsku strukturu stimulusa (oblik, veličina, složenost, ponovljivost, pozicija pojedinih elemenata kompleksnog stimulusa, međudodnos veličina elemenata, kut gledanja, udaljenost, površinske karakteristike, rezolucija, kut rastriranja ...). Postoji veliki broj efekata koje se svrstava u ovu skupinu. U nastavku će biti opisani neki od njih.

### **McCullough psihofizikalni vizualni efekt**

Ovaj efekt je prvi puta opisan 1965. godine u članku Celeste McCullough, "*Color adaptation of edge-detectors in the human visual system*" [59]. Manifestacija McCullough geometrijsko-strukturalnog adaptacijskog naknadnog posljedičnog efekta određena je organizacijom i orijentacijom linija u formiranom percepcijskom polju.

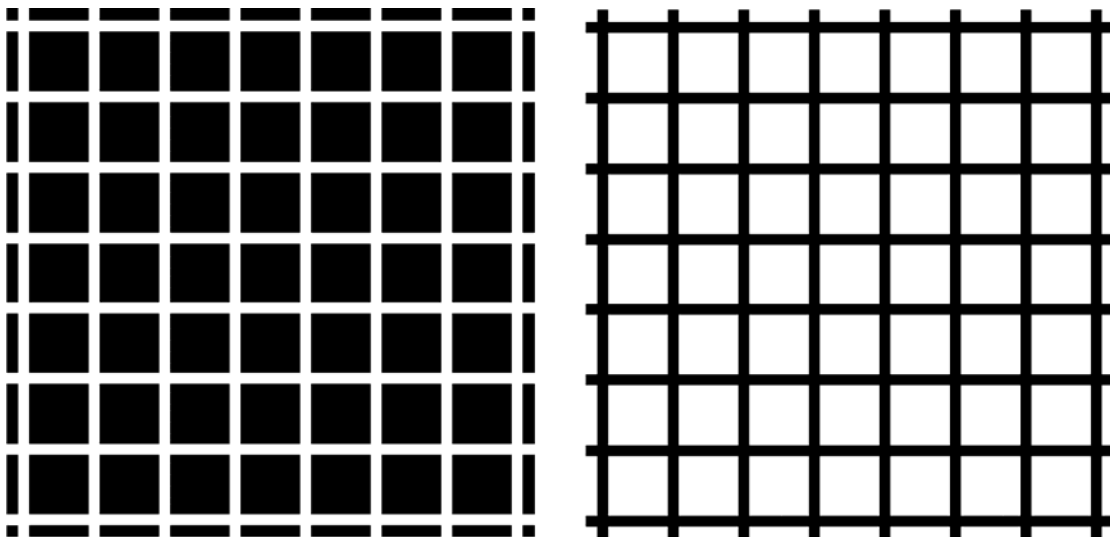


Slika 2.27. Prikaz McCullough efekta [26]

Na slici 2.27. prikazana je geometrijska struktura koja omogućuje manifestaciju McCollough efekta. Efekt se javlja ukoliko se nakon neprekidnog naizmjeničnog promatranjem sustava crnih linija na purpurnoj i zelenoj podlozi u trajanju 2 - 3 minute, pogled preusmjeri na istovjetne linije na bijeloj podlozi. Efekt se ostvaruje i s nizom drugih boja, a najizraženiji je kada se kao podloga koriste komplementarne boje.

### **Hermannov efekt**

**Hermannov** ili **efekt Hermannove rešetke** je geometrijsko-strukturalni adaptacijski efekt čija je manifestacija ovisna o geometrijskoj strukturi stimulusa i njihovoj percepcijskoj organizaciji unutar vidnog polja, te posljedici strukture i organizacije koja se povezuje s izazivanjem mehanizama na kojima se temelji *lateralna inhibicija*. Posljedica je percepcija nepostojećih tonova na sjecištima zadanih geometrijskih struktura - sustava crnih horizontalnih i vertikalnih linija (slika 2.28.).

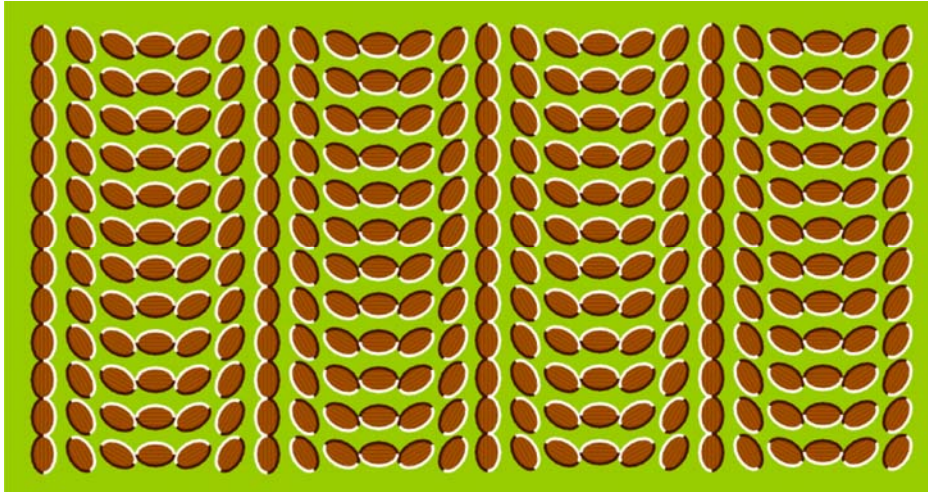


Slika 2.28. Hermannov efekt [86]

### **Efekti koji induciraju iluziju kretanja**

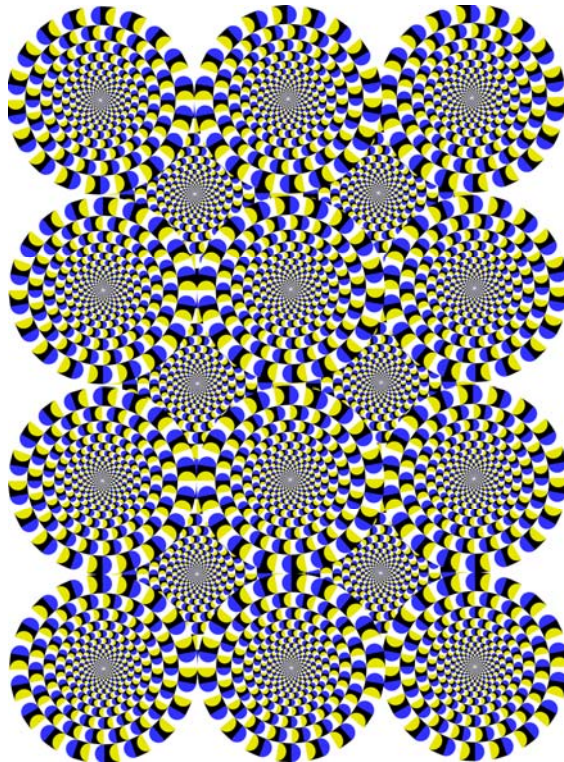
**Geometrijsko-strukturalni efekti koji induciraju iluziju kretanja** posljedica su većinom nerazjašnjenih nemogućnosti ljudskog vizualnog sustava prilikom interpretacije niza kompleksnih karakteristika stimulusa u određenom vidnom polju, poput: različitost u vremenu procesiranja određenih karakteristika stimulusa u mozgu, periferna retinalna percepcija te vidno polje izvan fokusa, lateralna inhibicija, neregistrirane karakteristike stimulusa, dinamička kromatska aberacija, krivo interpretirane karakteristike, ... [51]. Najčešći uzrok nastajanja ovakvih efekata je kombiniranje odabranih geometrijskih struktura različitih prostornih frekvencija (*učestalost ponavljanja stimulusa u određenom prostoru ili površini*).

Slika 2.9. prikazuje efekt pod nazivom „Donguri uzorak“ koji je uzrokovan promjenom orijentacije stimulusa. Veličine svih uzoraka na zelenkastoj površini su iste. Promjenjen je jedino smjer orijentacije pojedinih uzoraka, te se kao posljedica stvara privid kretanja slike u obliku valova.



*Slika 2.29. „Donguri“ uzorak [107]*

Efekt iluzije rotacijskog kretanja elemenata stimulusa pod nazivom “Roto-Snakes” (slika 2.30.), svoj najveći intenzitet pokazuje kada se pogledom obuhvati cjelokupna slika.



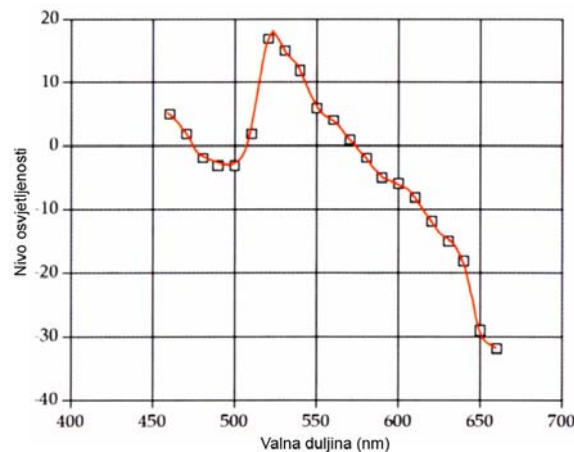
*Slika 2.30. „Roto-Snakes“ efekt [107]*

### 2.4.3. Ostali psihofizikalni vizualni efekti

Klasične kolorimetrijske metode u procjeni percepcije i doživljaja pojedine boje često nisu precizne kod promjene ambijentalnih uvjeta promatranja grafičkih reprodukcija. Tu se misli prije svega na nivo osvijetljenosti i vrstu izvora svjetla koji utječu na nelinearan proces procjene tonских vrijednosti boje. U takvim situacijama dolazi do manifestacije psihofizikalnih efekata poput Bezold-Brückeovog, Abneyevog, Helmholtz-Kohlrauschovog, Huntovog, Stevnssovog, Helson-Juddovog ili Bartleson-Brenemanovog efekta. Neki od njih su opisani u nastavku ovog poglavlja.

#### Bezold-Brückeov efekt

*Bezold-Brückeov efekt* govori o pomaku u percepciji doživljaja tona boje uslijed promjene nivoa osvijetljenosti (slika 2.31.) [39].



Slika 2.31. Prikaz promjena vrijednosti stimulusa kod Bezold Brückeovog efekta [26]

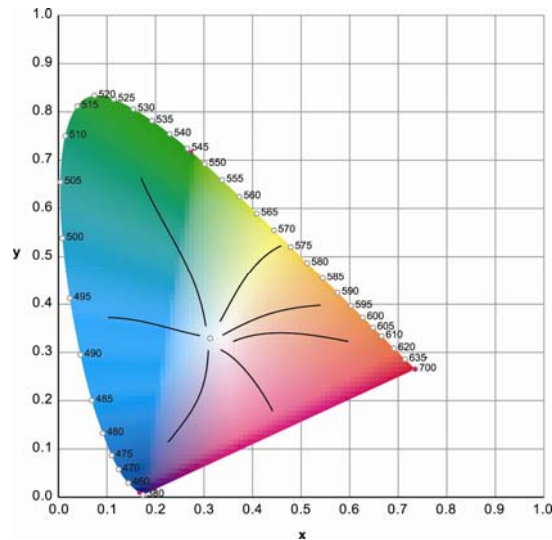
Grafikon na slici 2.31. prikazuje potrebni pomak u valnim duljinama (pomak vrijednosti stimulusa) kako bi se očuvala konstantnost doživljaja tona boje prilikom promjene nivoa osvijetljenosti u vrijednosti faktora 10.

Na Bezold-Brückeovom psihofizikalnom vizualnom efektu zasnovana je metamerija uzrokovana promjenom nivoa osvijetljenosti.

#### Abneyev efekt

*Abneyev efekt* opisuje pojavu promjene percepcije tona boje uslijed promjene čistoće pobude. Ako se aditivnom sintezom miješa bijelo svjetlo s monokromatskim svjetlom određene valne duljine, rezultat takvog miješanja bit će smanjenje čistoće pobude. Dominantna valna duljina će ostati nepromijenjena, dok će se percepcija tona boje promijeniti

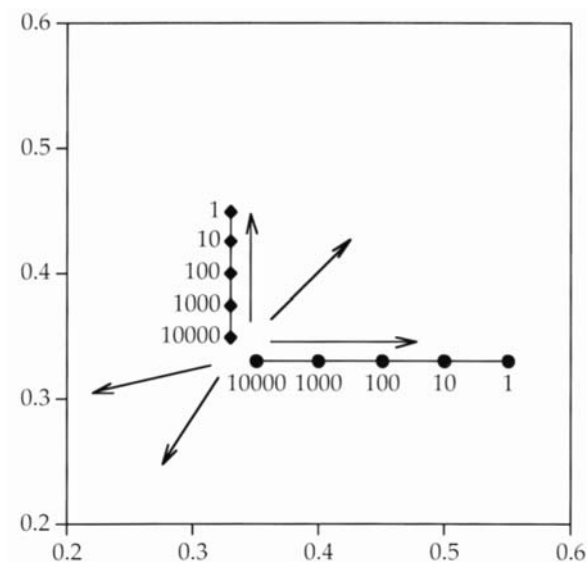
[39, 78]. Na slici 2.32. prikazana je manifestacija Abneyevog efekta unutar CIE dijagrama kromatičnosti. Prema fizikalnim zakonima linije u dijagramu bi trebale biti pravci. No, vidljiv je određeni stupanj zakrivljenosti čime je pokazano da nema konstante u predviđanju tona boje u slučaju promjene čistoće pobude.



Slika 2.32. Abneyev efekt unutar CIE dijagrama kromatičnosti [66]

### Huntov efekt

**Huntov efekt** objašnjava da se povećanjem nivoa luminacije nekog kolornog stimulusa povećava i njegova čistoća pobude odnosno percipirana zasićenost [46].



Slika 2.33. Huntov eksperiment [26]

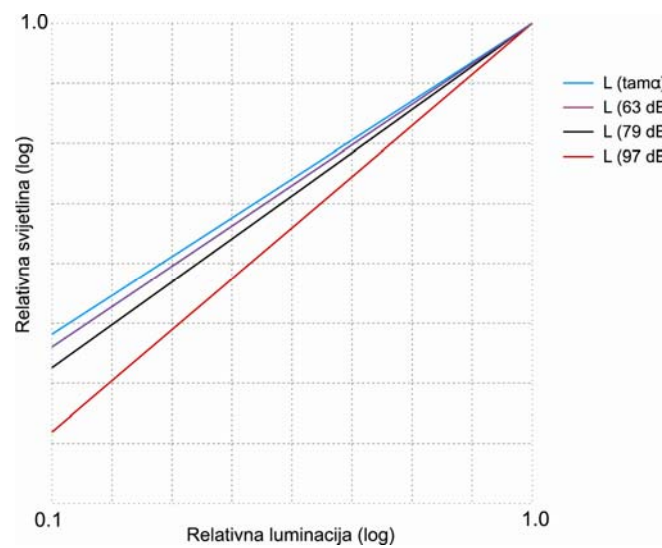


Huntov eksperiment (slika 2.33.) pokazuje da potrebna osvijetljenost stimulusa niske čistoće pobude mora biti gotovo 10.000 cd/m<sup>2</sup> puta veća kako bi isti bio uskladiv sa stimulusom jednake valne duljine ali visoke čistoće pobude.

### Stevensov efekt

*Stevensov efekt* objašnjava povećanje doživljaja svjetline s povećanjem nivoa osvijetljenosti ambijenta u kojem se stimulus promatra [46].

Slika 2.33. prikazuje odnos svjetline (određene metodom “procjene veličine”) u odnosu na četiri različita nivoa luminacije. Može se zaključiti da će se povećanjem nivoa luminacije povećati i razlika u doživljaju svjetline.



Slika 2.34. Stevensov efekt [26]

## 2.5. Efekt neonskog proširivanja boje

Postoji značajan broj psihofiziklanih vizualnih efekata čija manifestacija nije u potpunosti istražena. Jedan od njih je zasigurno i *efekt neonskog proširivanja boje* koji predstavlja kompleksniji oblik *efekta proširivanja boje*.

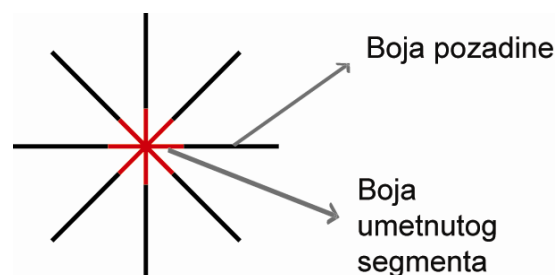
Psihofizikalni vizualni *efekt proširivanje boje* je efekt prividnog mješanja bojenog stimulusa sa svojom pozadinom. Na njemu se temelji grafička reprodukcija i sve tehnike rastriranja. Proširivanje boje predstavlja transformaciju efekta simultanog kontrasta uslijed prirasta broja stimulusa u prostoru ili smanjenja veličine stimulusa, uz uvjet postojanja pozadine stimulusa. Efekt proširivanja boje smatra se potpunim kada je prostorna preglednost

(širina vidnog polja) i udaljenost između promatrača te pozadine sa stimulusom tolika da dolazi do stapanja stimulusa i pozadine u jedinstvenu cjelinu.

**Efekt neonskog proširivanja boje** predstavlja pomak pojavnosti boje stvaranjem prividnog proširenja boje primarnog stimulusa na pozadini grafičkih reprodukcija u području rešetke veličine umetnutog segmenta na primarnom stimulusu, ali i u samom procesu oblikovanja predložaka u sklopu izrade dizajnerskih rješenja.

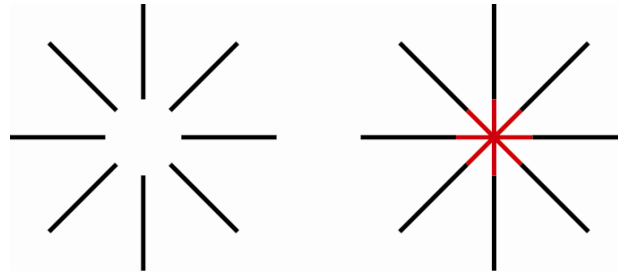
### 2.5.1. Percepcijske karakteristike neonskog proširivanja boje

Efekt neonskog proširivanja boje po prvi puta je analiziran pod takvim imenom u radu Harrie van Tuijla sa University of Nijmegen, „*A new visual illusion: neonlike color spreading and complementary color induction between subjective contours*“. U radu se opisuje pojavnost efekta u situaciji kada se na nekom ortogonalnom sustavu rešetke linija – tzv. *Ehrensteinov model* (slika 2.35.), određene sekcije ili dijelovi linija zamijene sa segmentima različite boje [93]. Efekt se manifestira u stvaranju prividnog proširenja boje linije zamijenjenog segmenta primarnog stimulusa na pozadinu testnog uzorka u području rešetke linija veličine umetnutog segmenta. Van Tuijl je efekat nazvao neonsko proširivanje boje - djelomično zbog obojenja, a djelomično zbog sjaja.



Slika 2.35. Ehrenstein model

Klasični model neonskog proširivanja je u osnovi percepcijski nepotpuni crni uzorak gdje su segmenti linija koji nedostaju zamijenjeni obojanim segmentima [81]. Prije nego su segmenti postavljeni na prava mjesta, iluzorni model djeluje bijelo, kompaktno, neprozirno, gusto i naglašeno oštro. Kad segmenti jednom premoste prazninu, iluzorni model postaje obojen, slabašan, proziran, gotovo nestvaran i nejasan (slika 2.36.) [10].



Slika 2.36. Ehrenstein model bez i s umetnutim segmentom

Istraživanja efekta neonskog proširivanja boje dokazala su da je prividno proširenje boje istog tona kao i ton boje umetnutog segmenta primarnog stimulusa kod crne pozadinske boje primarnog stimulusa. Kod upotrebe određene druge primarne boje aditivne ili suptraktivne sinteze, kao pozadinske boje primarnog stimulusa, proširenje boje je kombinacija tona boje umetnutog segmenta i tona boje komplementarne pozadinskoj boji primarnog stimulusa (slika 2.37.) [10].

Umetanje sivih segmenata sadržanih u crnoj pozadini primarnog stimulusa dovodi do **akromatske verzije neonskog proširivanja boje**, što se ponekad naziva *neonsko proširivanje svjetlosti*. U slučajevima kada umetnuti segmenti imaju manji kontrast od pozadine primarnog stimulusa u odnosu na okružje, iluzorni model se najčešće primjećuje kao mrlja zamagljenog svjetla ili poluproziran filter, kao na slici 2.38.a. S druge strane, kada pozadina primarnog stimulusa ima manji kontrast od segmenata u odnosu na okružje, kao što je prikazano na slici 2.38.b. i 2.38.c., iluzorni model će sličiti zatamnjenom prozirnom komadu plastike ili komadiću svjetla ili sjene [9, 77].

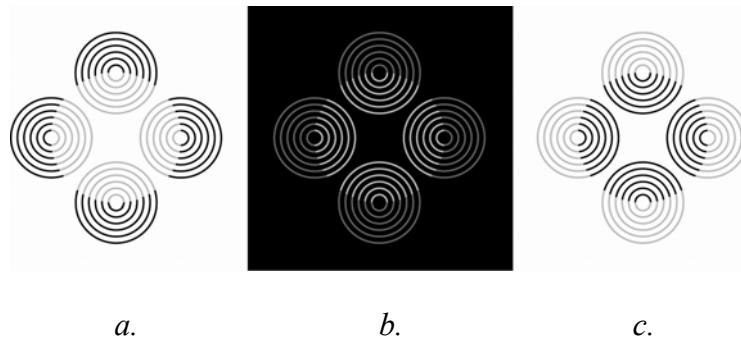


Slika 2.37. Različite boje pozadine stimulusa na Munker modelu

## 2.5.2. Intenzitet efekta neonskog proširivanja boje

Intenzitet manifestacije efekta neonskog proširivanja boje s obzirom na njegove poznate karakteristike uvjetovan je različitim parametrima [15, 18, 41, 74]: standardni izvori svjetla,

bojene karakteristike stimulusa, geometrijske karakteristike stimulusa, vrsta medija u reprodukcijском sustavu izrade grafičkih proizvoda i dr.



Slika 2.38. Akromatsko neonsko proširivanje boje [94]

Dokazana je ovisnost intenziteta efekta neonskog proširivanja boje o valnoj duljini [7, 25]. Studijama Ejima at al., „*The neon color effect in the Ehrenstein pattern. Dependence on wavelength and illuminance*“ te Bressan P., „*A closer look at the dependence of neon color spreading on wavelength and illuminance*“ dokazano je kako je intenzitet efekta slabi odnosno neznatan u situaciji sličnih dominantnih valnih duljina boje umetnutog segmenta i boje pozadine na Ehrenstein modelu (slični parovi boja). Ukoliko su parovi boja komplementarni, odnosno dominantna valna duljina boje umetnutog segmenta je 460-500 nm, a boje pozadine primarnog stimulusa je 520 - 640 nm te kada je dominantna valna duljina boje umetnutog segmenta je 600-680 nm, a boje pozadine primarnog stimulusa je 460 - 600 nm, intenzitet efekta poprima veće vrijednosti.

Utjecaj kontrasta svjetline između umetnutog segmenta i pozadine primarnog stimulusa u odnosu na okružje implicira doživljaj međusobnog dubinskog položaja elemenata geometrijske strukture stimulusa (slika 2.38.). U radovima Pinna B., Grossberg S., „*The watercolor illusion and neon color spreading: A unified analysis of new cases and neural mechanisms*“ i Bressan P., „*Revisitation of the luminance conditions for the occurrence of the achromatic neon color spreading illusion*“ objašnjeno je stvaranje doživljaja trodimenzionalnosti modela odnosno formiranje privida dubine stimulusa [9, 77].

U radu „*Explanation for neon colour effect of chromatic configurations on the basis of perceptual ambiguity in form and colour*“ iz 2004. godine autora Sohmiya S., objašnjen je utjecaj različitih geometrijskih struktura primarnog stimulusa i okružja na neonsko proširivanje boje [88].

Pojavnost efekta neonskog proširivanje boje dokazano je uvjetovana različitim parametrima. Pravilna geometrijska struktura stimulusa (određeni poredak segmenata

stimulusa), varijacije kontrasta svjetline stvaranjem dubine segmenata stimulusa, pravilan odabir kombinacije boja umetnutog segmenta i pozadine stimulusa, među ključnim su čimbenicima koji utječu na magnitudu manifestacije efekta [8, 11, 35].

Dosadašnja istraživanja efekta neonskog proširivanja boje nisu dala cjelovitu sliku utjecaja pojedinih parametara unutar procesa grafičke reprodukcije na intenzitet samog efekta. Nepoznat je i utjecaj samog efekta na promjenu pojavnosti boje tj. promjenu percepcijskih atributa boje - očituje li se prividno stvaranje boje u većoj mjeri u vidu promjene kromatičnosti boje ili pak promjeni svjetline boje. Istraživanje u okviru ovog doktorskog rada usmjereno je ka davanju doprinosa u razjašnjavanju navedenih nepoznanica.

## **2.6. Psihofizikalna istraživanja u procesu grafičke reprodukcije**

Osiguravanje preduvjeta za stvaranje ispravne korelacije između mjerljivih karakteristika bojnih stimulusa i psihofizikalnog doživljaja istih stimulusa, glavni je cilj psihofizikalnih istraživanja u procesu grafičke reprodukcije.

Kvantitativne i kvalitativne analize pojedinih psihofizikalnih vizualnih efekata doprinose stvaranju okruženja u kojem će se postupkom predviđanja isključiti svi objektivni i subjektivni uvjeti promatranja koji utječu na značajna odstupanja u percipiranju grafičkih reprodukcija.

### **2.6.1. Odstupanja u percepciji boje uzrokovana psihofizikalnim vizualnim efektima**

U svakodnevnoj grafičkoj komunikaciji uobičajeno je da se određene fizikalne karakteristike stimulusa, egzaktno određene spektrofotometrijskim metodama mjerenja, postavljaju kao dostatne u procjeni kvalitativnih karakteristika grafičkih reprodukcija.

Međutim, isključivo fizikalne karakteristike stimulusa poput dominantne valne duljine vidljivoga dijela spektra svjetlosti ili fizičkoga objekta u osnovi ne specificiraju kako čovjek doživljava spektralnu informaciju (psihofizikalni doživljaj), niti razjašnjavaju odnose među bojama. Poznato je da psihofizikalni doživljaji boje stimulirani istom valnom duljinom svjetlosti mogu biti vrlo različiti kod pojedinih ljudi.

Opis boje na grafičkoj reprodukciji bio bi ispravniji ako se kaže da se određeni stimulusi (dominantna valna duljina) pod određenim definiranim uvjetima gledanja percipiraju kao njihova boja [63]. Kada se pojedini jednostavniji oblici osjetilne percepcije (pojedini stimulusi) vezani uz boju analiziraju kroz domenu standardnog promatrača, tada se može govoriti o kolorimetriji i pripadajućoj tristimulusnoj informaciji. Kolorimetrijski modeli boja (CIE  $Yxy$ , CIE  $L^*a^*b^*$ , CIE  $L^*u^*v^*$ , ...) dobro definiraju boje i njihove međusobne odnose, ali isključivo u pojedinačnim i definiranim uvjetima. Kada se u situacijama promatranja grafičke reprodukcije uz primarni stimulus promatraju i analiziraju neke druge ambijentalno uzrokovane varijable i njihova međusobna povezanost (među ostalim i psihofizički vizualni efekti), s ciljem da se točnije opiše ljudska percepcija boje, tada se govori o potrebi primjene različitih modela boja koji opisuju pojavnost boja (ZLAB, Nayatani, Guth, RLAB, CIECAM07,...) [26, 49, 98]. Spomenuti modeli su u mogućnosti do određenog stupnja točnosti specificirati pojedine psihofizičke vizualne efekte (prvenstveno ambijentalno-adaptacijske i pozadinske) [58, 64].

Neusklađenost mjerljivih spektralnih informacija o boji i psihofizičkog doživljaja boje uzrokovanog psihofizičkim vizualnim efektima prvi su istražili u svojim radovima autori Auber, Helmholtz, Hering i dr. Autori su postavili osnove shvaćanja i razumijavanja prirode boje te dokazali da će doživljaj neke boje ovisiti i mijenjati se ovisno o promjeni parametara i uvjeta promatranja, kao što su promatrač, izvor svjetlosti, pozadinska obojenja, energetska razina osvjetljenja i dr. [42].

## 2.6.2. Prikaz dosadašnjih istraživanja

Primjena neke od klasificiranih standardnih metoda određivanja praga vizualne percepcije [73] (vizualna detekcija, vizualna diskriminacija, vizualno prepoznavanje), omogućuje određivanje odnosa veličina na grafičkoj reprodukciji (otisku).

Postoji čitav niz istraživanja usmjerenih prema izgradnji objektivnih modela pojavnosti boja, koji će biti u stanju predvidjeti pojavnost boja u različitim, složenim uvjetima promatranja. Veliki utjecaj u promjeni pojavnosti boje na tiskovnim podlogama i ostalim medijima u sustavu grafičke reprodukcije imaju različiti psihofizički vizualni efekti, što je dokazano u radovima Kitaoka „*A brief classification of colour illusions*“ [50] te Oicherman *et al.* „*Adaptation and colour matching of display and surface colours*“ [74].

Procjenjivanje pojavnosti boje kolornih stimulusa prezentiranih promatraču u složenim uvjetima promatranja, područje je kojim se bavi napredna kolorimetrija [14, 41, 100]. Doživljaj percipirane boje prikaz je realnog stanja komuniciranja okoline i boje. Pojedina istraživanja, poput Braun *et al.* „*Viewing techniques for cross-media image comparisons*“, Hunjet *et. al.* „*Utjecaj boje okoline na doživljaj žutog i plavog tona*“ te Parac – Osterman *et. al.* „*Psycho-Physical Study of Colour*“ specificirala su utjecaj boje okoline na doživljaj percepcije boje [6, 42, 75].

Odstupanje u percepciji boje uzrokovano manifestacijom određenog vizualnog efekta moguće je odrediti izračunom kolorimetrijske razlike boja  $\Delta E^*$  dodjeljivanjem vrijednosti referentnog uzorka iz atlasa boja ispitivanom uzorku - pridruživanje percipiranih kolorimetrijskih vrijednosti (CIE  $L^*a^*b^*$  veličine) [60].

Rezultati dosadašnjih istraživanja intenziteta manifestacije različitih psihofizikalnih vizualnih efekata u procesu grafičke reprodukcije dokazali su utjecaj pojedinih parametara na sam intenzitet [57].

Istraživanje intenziteta efekta kromatske indukcije i kromatske asimilacije kod Munker-White uzoraka pod utjecajem odabrane kombinacije primarnih boja aditivne i suptraktivne sinteze kod kreiranja testnih uzoraka te primjenjene standardne metode renderiranja na sam intenzitet efekta kromatske indukcije, dokazalo je da je za veličinu intenziteta efekta kromatske indukcije važniji odabir kombinacija boja linija Munker-Whiteove rešetke, tj. važnija je kromatičnost nego same fizikalne karakteristike gamuta [43].

U radu Milković *et al.* „*The influence of standard rendering methods on the manifested intensity of the chromatic induction effect*“ iz 2006. [62] dokazano je kako jačina intenziteta doživljaja efekta kromatske indukcije proporcionalno utječe na doživljaj kvalitete reprodukcije. U istraživanju intenziteta efekta indukcije ili simultanog kontrasta iz 2010. Matijević *et al.* „*Evaluation of Perception of Red Color Applied to Koffka Effect*“ zaključeno je da je veličina efekta simultanog kontrasta varijabilna u ovisnosti o boji, zasićenju podloge i o samom kontrastu [58].

Rezultati istraživanja korelacije objektivnog (spektrofotometrijske metode) i subjektivnog ocjenjivanja (vizualna evaluacija) kvalitete tiska, Zjakić *et. al.* „*Studija objektivnog i subjektivnog ocjenjivanja kvalitete tiska modnih kataloga*“, dokazuju da tisak s najvećim dopuštenim gustoćama obojenja nije uvijek i vizualno najprihvatljiviji [105].

Studijom međuodnosa efekta kromatske adaptacije, standardnih metoda renderiranja i percepcije desaturiranih akromatskih reprodukcija dobivenih ofsetnim tiskom, Milković *et. al.* „*Evaluation of the chromatic adaptation effect intensity by "tuning" the desaturated achromatic reproductions produced in offset*“ [65] izmjeren je intenzitet efekta kromatske adaptacije u realnim uvjetima grafičke proizvodnje. Rezultati istraživanja ukazuju na postojanje međuovisnosti istraživanih parametara te daljnu potrebu za istraživanjima koja su povezana s utjecajem efekta na pojedine segmente grafičke proizvodnje.

Navedena istraživanja usmjerena su na specificiranje i definiranje svih relevantnih utjecajnih parametara na intenzitet manifestacije pojedinih psihofizikalnih vizualnih efekata u cjelovitom procesu grafičke reprodukcije. Sukladno tome, ukazala se potreba nadopune i proširenja spoznaja oko veličine (intenziteta) i prirode pojavnosti efekta neonskog proširivanja boje uvjetovanog određenim parametrima. Provedeni su eksperimenti u kojima je istražen utjecaj određenih varijabli na manifestaciju efekta neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije.

Publicirani su radovi 2011. Vusić *et al.* „*The neon colour spreading effect in various surround ambient conditions*“ te Vusić *et al.* „*The influence of the primary color stimuli selection on the neon color spreading*“ [95, 96] u kojima je istražen utjecaj određenih standardnih izvora svjetla na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije te utjecaj odabira primarnih boja aditivne i suptraktivne sinteze pri konstruiranju testnih uzoraka (stimulusa) temeljenih na Ehrenstein modelu. Rezultati istraživanja jasno su dokazali da je utjecaj odabira boje umetnutog segmenta i pozadine na primarnom stimulusu kod Ehrenstein modela važniji za manifestaciju samog efekta nego li promjena izvora svjetla.

Prilikom kreacije dizajnerskih oblika potrebno je izbjegavati određene geometrijske strukture ili unaprijed predvidjeti odstupanja uzrokovana manifestacijom efekta neonskog proširivanja boje.

## 2.7. Procesi grafičke reprodukcije

Fundamentalne karakteristike današnjih procesa grafičke reprodukcije (*cross-media systems*) podrazumijevaju četiri zasebna postupka: **karakterizacija medija, modeliranje izgleda boje, poboljšanje slike te prevođenje i mapiranje gamuta** [69]. Prikaz informacija o boji putem različitih medija zahtijeva osiguravanje provođenja navedenih postupaka.



Karakterizacija medija je postupak kojim se stvara korelacija između specifikacije boje ovisne o mediju i karakteristika pripadajućeg stimulusa čime se zapravo opisuje reprodukcija boje u zadanom mediju. Modeliranjem izgleda boje osigurava se točniji psihofizikalni doživljaj boje s obzirom na uvjete promatranja i utjecaj različitih psihofizikalnih vizualnih efekata.

Poboljšanje slike (*intervencije s ciljem poboljšanja stupnja vjernosti*) te primjena neke od standardnih metoda mapiranja i prevođenja gamuta (*prevladavanje razlika u setu i opsegu reprodukcije boja na različitim medijima*), zaokružuju visoku razinu točnosti reprodukcije boje u procesima grafičke reprodukcije.

Klasifikaciju odnosa između originala i reprodukcije ovisno o analiziranim karakteristikama dao je R.W.G. Hunt 1987. godine u svojoj knjizi “*The reproduction of Colour in Photography, Printing & Television*” kako slijedi [44]:

***Spektralna reprodukcija*** - reprodukcija izgleda istovjetna originalu pod bilo kojim izvorom svjetla, za bilo koje uvjete osvjetljenosti.

***Kolorimetrijska reprodukcija*** - postignuta je usklađenost za pojedini izvor svjetla ali neovisno o uvjetima gledanja kao npr. intenzitet rasvjete.

***Egzaktna reprodukcija*** - istovjetnost originala i reprodukcije ostvariva jedino u slučaju istovjetnosti uvjeta gledanja vezanih uz rasvjetu kao i istovjetnosti izvora svjetla.

***Ekvivalentna reprodukcija*** - ostvaruje se kada su vrijednosti kromatičnosti, relativne svjetline i apsolutne svjetline te utjecaj okružja jednaki prilikom uspoređivanja originala i reprodukcije.

***Korespondirajuća reprodukcija*** - usklađenost originala i reprodukcije je postignuta ponajprije u uvjetima reproduciranja, ne uzimajući u obzir moguće daljnje uvjete promatranja.

***Preferirana (željena) reprodukcija*** – usklađivanje stalnih boja reprodukcije u odnosu na original (zadržavanje memorijskih odnosa među bojama kao npr. boja kože, boja plavoga neba, boja trave i slično).

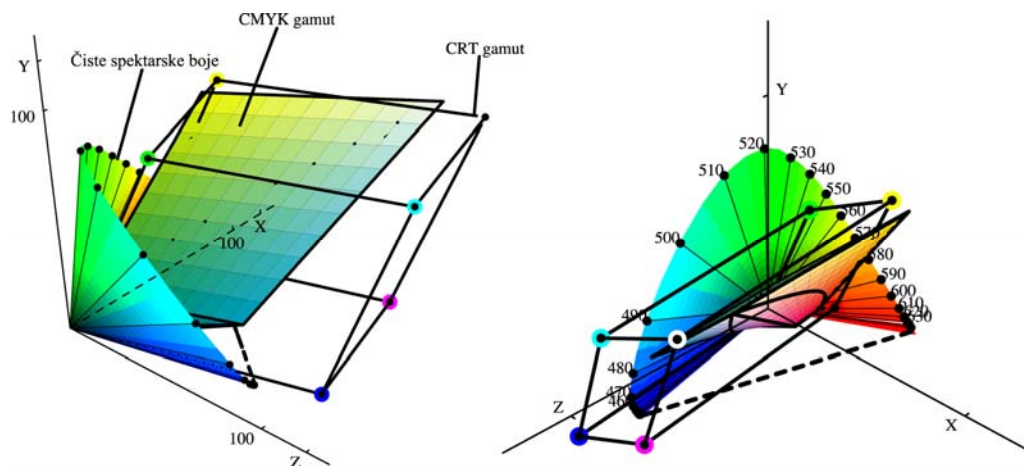
### **2.7.1. Mediji kao nosioci informacije o boji**

Pojam *mediji* kao nosioci informacije o boji u procesu grafičke reprodukcije podrazumijeva medije za prikazivanje i/ili prikupljanje informacija o boji (kod aditivnih

modela to je sam uređaj i njegov prostor boja: zaslon računala, skener, digitalna kamera). Medij za reprodukciju originala u grafičkoj tehnologiji je kombinacija tiskarskog stroja, boje i tiskovne podloge [30, 68].

Određena ograničenja vezana za količinu i karakteristike informacija o boji koja se može obuhvatiti i prikazati na pojedinom mediju grafičkog reproduksijskog procesa opisuje tzv. **gamut boja**. On predstavlja volumen u prostoru boja odnosno sveukupni opseg informacija o boji koje je moguće reproducirati na danom mediju, pod određenim uvjetima gledanja [69].

Različiti volumeni u prostoru boja uvjetovani su različitim fizikalnim i tehnološkim karakteristikama medija. Posljedica toga je nemogućnost reprodukcije svih boja originalnog slikovnog zapisa na svim medijima, uz jednaku točnost. Slika 2.39. usporedno prikazuje odnos veličina gamuta spektarskih boja, gamuta CRT zaslona računala i gamuta CMYK otiska. Na slici je također vidljiv položaj gamuta unutar CIE XYZ prostora boja.



Slika 2.39. Usporedni prikaz gamuta boja [63]

Kako je činjenica da različiti mediji unutar procesa grafičke reprodukcije imaju različite gamute koje mogu reproducirati, postavlja se pitanje kako reproducirati boje koje se nalaze izvan gamuta reprodukcije te kako osigurati istovjetnost prikazivanja boje na različitim medijima. Postupci poboljšanja stupnja vjernosti slike te prevođenja i mapiranja gamuta, koji se svode pod zajednički naziv **sustavi za upravljanje bojama** (*CMS - Colour Management Systems*), mogu dati odgovor na postavljena pitanja.

## 2.7.2. Upravljanje bojom u procesima grafičke reprodukcije

Planiranje, izgradnja i primjena informacijskih sustava za upravljanje bojom (*eng. Color Management System - CMS*) unutar procesa grafičke reprodukcije, u funkciji je usklađivanja

informacija o boji prezentiranih putem različitih medija [40, 87]. Konačni cilj je postizanje istovjetne reprodukcije boje u svim uvjetima i situacijama.

Komunikacija i prijenos informacija o boji između različitih medija uvjetovana je nizom različitih utjecajnih parametara samih medija [63]:

- različiti mediji prikazuju boje različitim primarima (čak i istovjetni tipovi primara mogu imati različite karakteristike),
- sintetiziraju boje različitim principima miješanja boja i koriste različite modele boja za pohranjivanje, opisivanje i upravljanje informacijama o boji,
- imaju različite podloge (nosioce informacije o boji) i pozadine,
- definirani su različitim gamutima boja koje mogu prezentirati,
- imaju sposobnost anuliranja utjecaja okoline.

Obzirom na navedene činjenice, zamjećuje se da informacije o boji mogu biti definirane na različite načine i s različitim karakteristikama čak i na istovrsnim aditivnim ili suptraktivnim medijima (slika 2.40.).



*Slika 2.40. Različita reprodukcija istog originala na aditivnim medijima [63]*

Uloga sustava za upravljanje bojama (CMS) je upravo ispravljanje prikazanog odstupanja kroz koncept standardizacije i kontrole boja u reprodukciji originala na različitim medijima unutar procesa grafičke reprodukcije.

Danas postoje standardni informacijski sustavi za upravljanje bojama nazvani **ICC Colour Management** (ICC - *International Color Consortium*) – radi se o računalnim aplikacijama koje se temelje na tri povezane cijeline [29]:

- a) **Referentni prostor boja** (*Profile Connection Space - PCS*) – odnosi se na zavisnost ili nezavisnost modela boja o uređaju te uz percepcijsku uniformiranost ili neuniformiranost.
- b) **Moduli s rutinama za usklađivanje boja** (*Color Management Module - CMM*) – predstavljaju dijelove sustava koji usklađuju i podešavaju veličinu različitih profila, te na taj način održavaju konstantnost vrijednosti boje na različitim uređajima.
- c) **Prozapisi ili "profili"** - predstavljaju zapise, najčešće tabelarne, koji sadrže sve potrebne informacije potrebne za transformaciju informacije o boji između danog uređaja i referentnog prostora boja (informacije o karakteristikama reproduciranja).

### 2.7.3. Metodologija određivanja pojavnosti boje u procesu grafičke reprodukcije

Određivanje pojavnosti boje u procesu grafičke reprodukcije, u uvjetima manifestacije psihofizikalnih vizualnih efekata, temelji se na procjenjivanju psihofizikalnog doživljaja pojedinog percepcijskog atributa boje (ton, svjetlina i zasićenje odnosno kromatičnost). Takvo što omogućuje primjena kolorimetrijskih i psihofizikalnih metoda istraživanja. Zajednički tvore metodologiju određivanja fizikalnih vrijednosti vizualne percepcije bojenog stimulusa.

Kolorimetrijska metoda istraživanja predstavlja spektrofotometrijsko mjerenje kojim se formiranim referentnim poljima na otisnutom atlasu boja određuju pripadajuće CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednosti. Na temelju tih podataka izračunava se vrijednost kolorimetrijske razlike boja pojedinog polja u odnosu na kolorimetrijske vrijednosti neotisnute tiskovne podloge [57].

Psihofizikalne metode istraživanja podrazumijevaju postupke vizualnog ocjenjivanja bojnih stimulusa. Ocjenjivanja se provode primjenom određene tehnike vizualnog ocjenjivanja odnosa između originala i reprodukcije (referentnog i uspoređivanog stimulusa) u procesu grafičke reprodukcije (memorijsko usuglašavanje, sukcesivno–binokularno-memorijsko usuglašavanje, simultano-binokularno usuglašavanje, simultano-haploskopsko usuglašavanje i sukcesivno-„Gazfeldovo“-haploskopsko usuglašavanje) [6].

Priroda eksperimenta definira koja će se od navedenih tehnika primjenjivati. U okviru ovog rada korištena je tehnika *simultanog binokularnog usaglašavanja* - atlas boja i bojni stimulus nalazili su se istovremeno u cjelovitom vidnom području promatrača, jedan pored drugog. Zadatak promatrača bio je postupkom *vizualne diskriminacije* izdvojiti referentno

polje u atlasu boja koje je prema njegovoj prosudbi istovjetno ili najbližnje vrijednosti promatrane manifestacije efekta neonskog proširivanja boje na ispitivanom bojenom stimulusu. Trajanje ocjenjivanja pojedinog promatrača nije bilo ograničeno.

Za vrednovanje psihofizikalnog doživljaja pojedinog percepcijskog atributa boje koriste se znanstvene metode određivanja praga vizualne percepcije [46]: metoda konstantnih stimulusa, metoda limita i metoda ugađanja/podešavanja. U ovom je radu korištena *metoda konstantnih stimulusa* - promatraču je prema slučajnom uzorku prezentiran set bojenih stimulusa (referentnih polja na atlasu boja) s različitim predefiniranim nepromjenjivim fizikalnim vrijednostima. Fizikalne vrijednosti bojenih stimulusa odabrane su na način kojim je pokriveno cjelokupno potencijalno područje praga percepcije manifestacije efekta neonskog proširivanja boje. Najmanja fizikalna vrijednost referentnog polja nalazi se vrlo malo ispod očekivanog praga percepcije, a najveća iznad očekivanog praga percepcije.

Pridruživanjem referentnog polja iz atlasu boja ispitivanom bojenom stimulusu se zapravo pridjeljuju percipirane kolorimetrijske vrijednosti (CIE  $L^*a^*b^*$  veličine). Po provedenom vizualnom ocjenjivanju, iz pripadajućih pridruženih kolorimetrijskih veličina izračunava se trodimenzionalna geometrijska razlika boja -  $\Delta E^*_{94}$ . Dobivene vrijednosti pokazuju veličinu intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o pojedinom postavljenom parametru.

Odstupanja pojavnosti boje uzrokovana manifestacijom efekta neonskog proširivanja boje odnosno kvalitativna analiza pomaka pojavnosti boje omogućuje izračun razlike svjetline ( $\Delta L^*$ ), razlike kromatičnosti ( $\Delta C^*_{ab}$ ) te razlike u tonu boje ( $\Delta H^*_{ab}$ ). Kao referentne veličine uzimaju se CIE  $L^*a^*b^*$  veličine podloge. Dominantna ili naglašenija promjena određenog percepcijskog atributa boje opisuje prirodu pojavnosti manifestiranog efekta.

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

Na temelju iskazanih hipoteza te uočenog problema, postavljen je eksperiment usmjeren na određivanje utjecaja manifestacije intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije, a koji nastaje djelovanjem određenih istraživanih ciljanih parametara. Na osnovu analize dosadašnjih istraživanja i preliminarnih rezultata eksperimenata ukazala se potreba za sintezom niza pojedinih relevantnih parametara koji utječu na intenzitet i karakteristike pojavnosti manifestacije efekta neonskog proširivanja boje.

Eksperimentalni dio ovog doktorskog rada podrazumijeva istraživanje veličine intenziteta i pojavnosti efekta neonskog proširivanja boje pod utjecajem slijedećih parametara:

- 1.) različiti ambijentalni uvjeti promatranja (3 standardna CIE izvora svjetla),
- 2.) mediji - različite tiskovne podloge i zaslon računala,
- 3.) odabir boje umetnutog segmenta i pozadine primarnog stimulusa (različite kombinacije primarnih boja aditivne i suptraktivne sinteze).

Istraživačke aktivnosti biti će izložene kroz opis samog istraživanja te putem prikaza statističke analize dobivenih podataka i diskusije rezultata istraživanja.

Opis istraživanja sadrži opis materijala i opreme koja se koristi u istraživanju, zatim opis strukture ispitanika koji sudjeluju u vizualnoj evaluaciji testnih uzoraka, te opis metodologije istraživanja i okvirni plan provođenja procesa istraživanja. Nadalje, prikazana je izrada testnih uzoraka i atlasa boja te postupak instrumentalne analize atlasa boja.

Prikaz statističke obrade rezultata vizualne evaluacije i diskusija rezultata istraživanja podijeljeni su u dvije cjeline: jedna se odnosi na utvrđivanje veličine intenziteta efekta neonskog proširivanja boje djelovanjem pojedinih istraživanih parametara, dok druga cjelina određuje pojavnost boje u manifestiranom efektu.

#### **3.1. Materijal, ispitanici, metodologija i plan istraživanja**

Za potrebe vizualne evaluacije u sklopu istraživanja izrađeno je šest referentnih atlasa boja s primarnim bojama aditivne i suptraktivne sinteze. Atlasi boja su temeljeni na promjeni percepcijskih atributa boje unutar intuitivnog HSB modela boja na način da je ton (H)

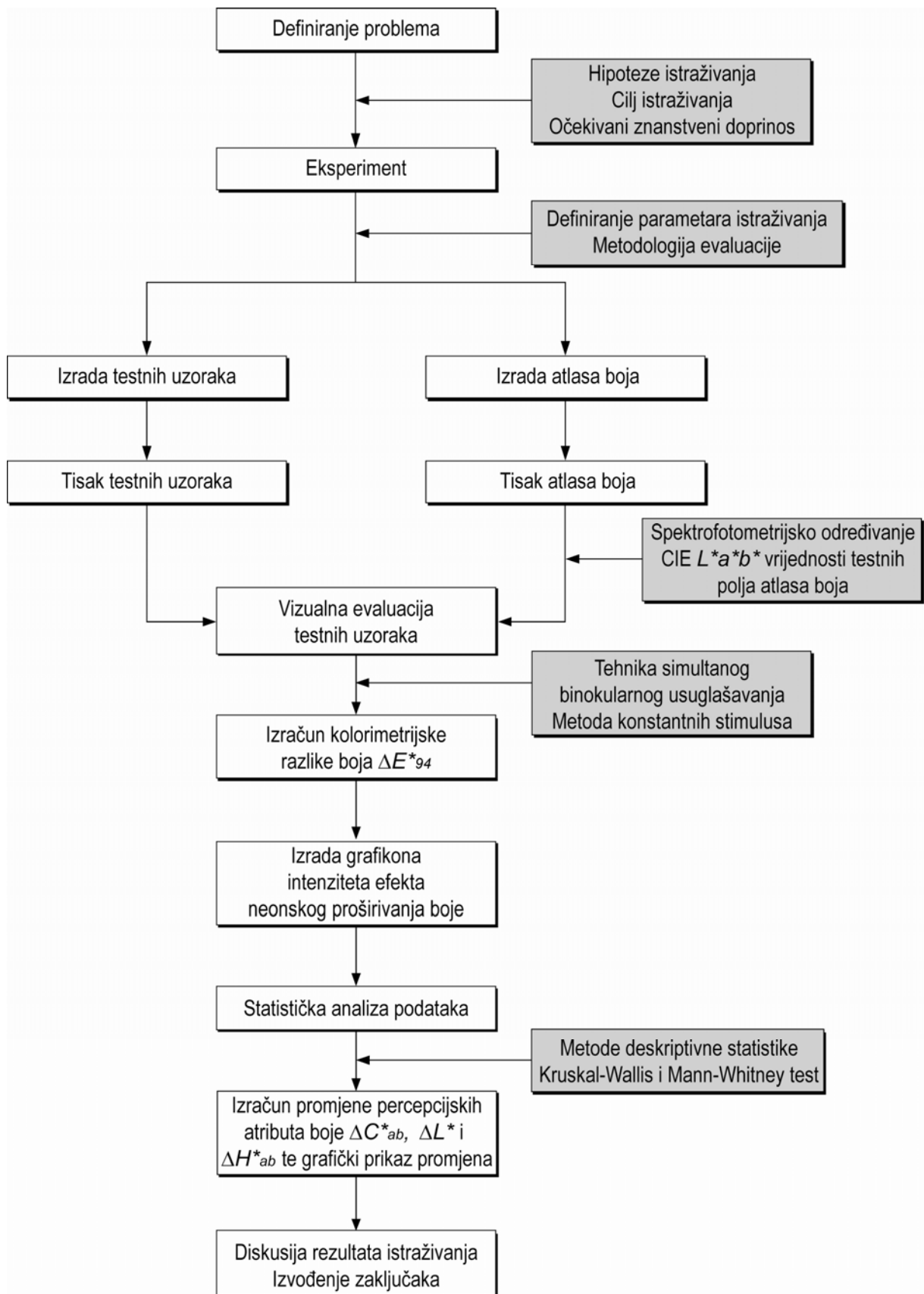
konstantan kod pojedinog atlasa boja, a testna polja su formirana u koracima po 1% promjene vrijednosti zasićenosti (S) uz konstantnu vrijednost svjetline (B) boje. Atlasi boja su otisnuti na istovjetnim tiskovnim podlogama kao i testni uzorci, upotrebom kalibriranog stroja za digitalni tisak na principu tekućeg tonera. Formiranim testnim poljima na otisnutom atlasu boja određene su pripadajuće CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednosti spektrofotometrijskim mjerenjima što će kod vizualnog ocjenjivanja omogućiti pridruživanje vrijednosti referentnog testnog polja iz atlasa boja percipiranom doživljaju manifestiranog efekta neonskog proširivanja boje na testnom uzorku.

Definirani su standardni ambijentalni uvjeti promatranja (strogo definirani ambijentalni uvjeti sukladno ISO 3664:2009 normi kojom su specificirani uvjeti promatranja za grafičku tehnologiju i profesionalnu fotografiju) – kut gledanja, udaljenost ispitanika, neutralna mat siva boja ambijenta, zamračeni prostor. Istraživanje je provedeno u stacionarnoj kabini za promatranje testnih uzoraka pod različitim standardnim izvorima svjetla.

Evaluacija testnih uzoraka u okviru eksperimentalnog dijela ovog rada provedena je na uzorku od 30 ispitanika (miješana žensko-muška populacija od 16 muških i 14 ženskih ispitanika, prosječne starosti 21 godine, s malim iskustvom u vrednovanju grafičkih reprodukcija), u strogo kontroliranim ambijentalnim uvjetima. Svi potencijalni ispitanici su prije samog uključivanja u istraživanje podvrgnuti testiranju defektnosti vida putem Ishihara testa. U istraživanju su sudjelovali samo kandidati koji su bili 100% uspješni na testiranju. Vizualno ocjenjivanje je provedeno na način da su se atlas boja i testni uzorak nalazili istovremeno u cjelovitom vidnom području (jedan pored drugog), primjenom jedne od standardnih tehnika vizualnog ocjenjivanja - **simultanog binokularnog usuglašavanja**. Svaki od ispitanika imao je zadaću izjednačiti testno polje u atlasu boja, koje je prema njegovoj prosudbi identično ili najbližnje vrijednosti promatrane manifestacije efekta neonskog proširivanja boje na ispitivanom testnom uzorku. Vizualno ocjenjivanje istih testnih uzoraka provedeno je na tiskovnim podlogama te na referentnom kalibriranom monitoru.

Na temelju podataka dobivenih provedenim istraživanjima grafički će se prikazati pripadajuće vrijednosti veličine intenziteta efekta iskazane kroz kolorimetrijske razlike boje  $\Delta E^*_{94}$ . Primjenom određenih statističkih testova utvrditi će postojanje statistički značajnih razlika između podatkovnih uzoraka. Opis pojavnosti boje u manifestiranom efektu omogućiti će linijski grafikoni. Izložiti će se i diskutirati dobiveni rezultati te izvesti zaključci povezani s hipotezama istraživanja.

Na slici 3.1. dan je shematski prikaz cjelokupnog tijeka procesa istraživanja.



Slika 3.1. Shema plana istraživanja



### 3.2. Izrada testnih uzoraka i atlasa boja

U skladu s postavljenom metodologijom istraživanja kreirano je dvanaest testnih uzoraka (tabela 3.1.) upotrebom aplikacije Adobe Photoshop. Osnovu testnim uzorcima predstavlja tzv. Ehrensteinov model - specifična geometrijska struktura koju čini ortogonalni sustav rešetkasto postavljenih linija oblikovanih preklapanjem različitih kombinacija boja primarnog stimulusa. Tabela 3.1. prikazuje kombinacije odabira boje primarnog stimulusa. Boja linija na pojedinom testnom uzorku je kombinirana primarnim bojama aditivne (crvena, zelena, plava) i suptraktivne sinteze (cyan, magenta i žuta) kao umetnuti segment primarnog stimulusa. Kao pozadinska boja primarnog stimulusa korištena je „crna“ boja u jednom slučaju (slika 3.2.) te boje koje su komplementarne boji umetnutog segmenta primarnog stimulusa u drugom slučaju (slika 3.3.). Pozadina cijelog primarnog stimulusa je „bijela“ boja tiskovne podloge, veličine A4. Veličina testnih uzoraka je definirana sukladno standardnim ambijentalnim uvjetima promatranja (ISO 3664:2009 norma kojom su specificirani uvjeti promatranja za grafičku tehnologiju i profesionalnu fotografiju) za kut gledanja  $10^0$  i udaljenost ispitanika 50 cm prema formuli [48]:

$$\operatorname{tg} \frac{VA}{2} = \frac{H/2}{D} \quad [3.1.]$$

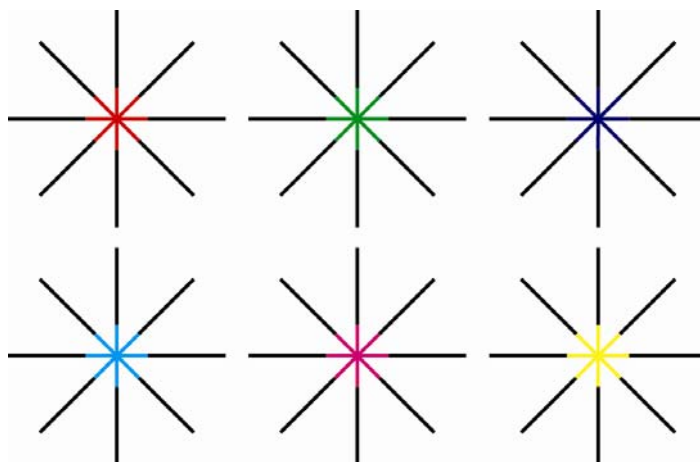
gdje je  $VA$  = kut gledanja,  $H$  = veličina testnog uzorka,  $D$  = udaljenost ispitanika.

*Tabela 3.1. Kombinacija odabira boja primarnog stimulusa*

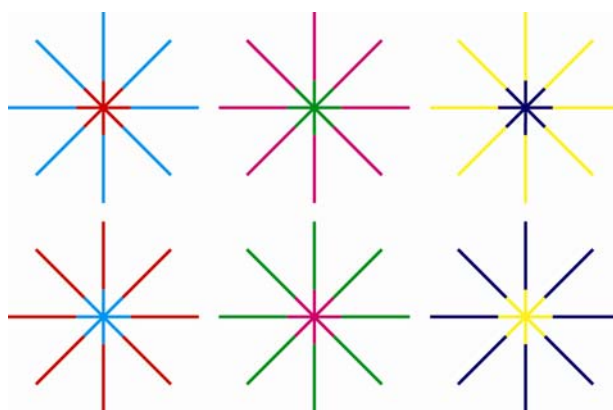
Testni uzorci	Boja umetnutog segmenta	Pozadinska boja
1	crvena	crna
2	zelena	crna
3	plava	crna
4	cyan	crna
5	magenta	crna
6	žuta	crna
7	crvena	cyan
8	zelena	magenta
9	plava	žuta
10	cyan	crvena
11	magenta	zelena
12	žuta	plava

Kod kreiranja testnih uzoraka korišten je CMYK prostor boja. Kao format zapisa korišten je rasterski (\*.psd) format. Otiskivanje testnih uzoraka je izvršeno na kalibriranom stroju za

digitalni tisak - „Epson StylusPro 7900 HDR“ na principu tekućega tonera (Epson UltraChrome HDR tinta). Rastriranje i ispisi izvedeni su „GMG ColorProof“ aplikacijom uz primjenu apsolutne kolorimetrijske ICC metode renderiranja. Točnost reproduciranja tristimulusnih karakteristika boja pri odabranoj rezoluciji ispisa od 720x720 dpi iznosi  $< 0.5 \Delta E^*$  ukupnog kolornog prostora.



Slika 3.2. Testni uzorci s crnom pozadinom stimulusa

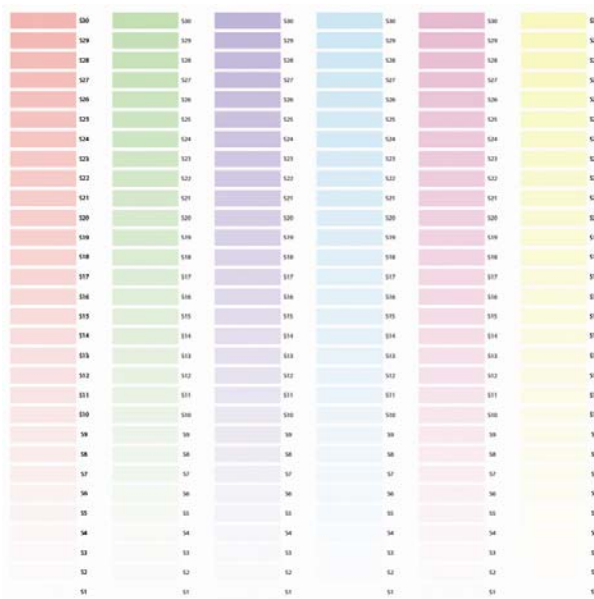


Slika 3.3. Testni uzorci s komplementarnom pozadinom stimulusa

Kao tiskovna podloga upotrijebljeni su višestruko premazani papiri za umjetnički tisak – „GMG ProofMedia - Proof paper Gloss“, gramature  $250 \text{ g/m}^2$ , visoke bjeline (izraženo u CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednostima:  $L^* = 94.1$ ,  $a^* = -0.6$  i  $b^* = -0.3$ ) te „GMG ProofMedia - Proof paper SemiMatte“, gramature  $250 \text{ g/m}^2$ , visoke bjeline (izraženo u CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednostima:  $L^* = 93.6$ ,  $a^* = -0.6$  i  $b^* = -0.4$ ). Same tiskovne podloge su prije otiskivanja bila u istovjetnoj prostoriji kondicionirane u vremenskom periodu od 48 sati, na propisane standardne ambijentalne uvjete (temperatura od  $23^0 \text{ C}$  i relativna vlažnost zraka od 55%).

Za potrebe vizualnog ocjenjivanja testnih uzoraka *metodom konstantnih stimulusa* kreirano je šest referentnih atlasa boja s primarnim bojama aditivne i suptraktivne sinteze

upotrebom aplikacije Adobe Photoshop. Atlasi boja su temeljeni na promjeni percepcijskih atributa boje unutar intuitivnog HSB modela boja. Vrijednost tona (H) i svjetline (B) boje je konstantna za pojedini atlas boje, a referentna polja su formirana u koracima po 1% promjene vrijednosti zasićenosti (S) boje, u rasponu 0-30 % vrijednosti zasićenosti (slika 3.4.). Kao format zapisa korišten je rasterski (\*.psd) format zapisa u CIE  $L^*a^*b^*$  prostoru boja. Atlasi boja su otisnuti na istovjetnim tiskovnim podlogama, u istovjetnim uvjetima otiskivanja kao i testni uzorci.



Slika 3.4. Atlasi boja

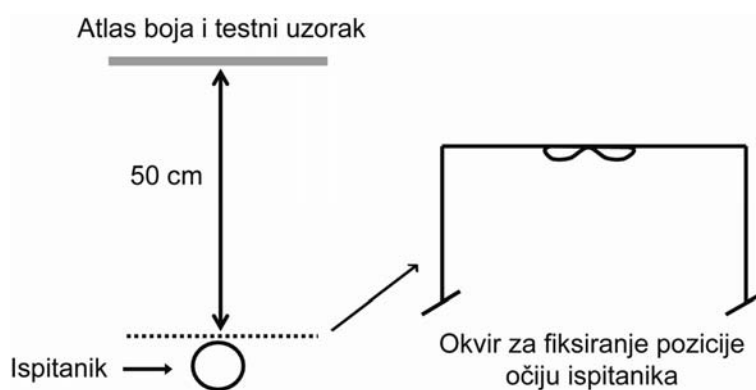
### 3.3. Instrumentalna analiza

Na otisnutim atlasima boja izmjerene su pripadajuće CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednosti pojedinih referentnih polja. Mjerenje je provedeno „Gretagmacbeth Eye-One“ refleksnim spektrofotometrom, odabirom tri standardna CIE izvora svjetla – dnevno svjetlo D65, hladni bijeli fluorescentni izvor svjetla CWF (F2) i umjetno svjetlo A, te za kut gledanja  $10^\circ$ . Točnost uređaja iznosi  $\Delta E^*_{94} = 0,4$  za izvor svjetla D50 i kut gledanja  $2^\circ$ .

Spektrofotometrijskim mjerenjima referentnih polja atlasa boja određene su pripadajuće kolorimetrijske veličine izražene u CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednostima. Na temelju tih vrijednosti izračunate su kolorimetrijske razlike boja  $\Delta E^*_{94}$  – odstupanje u odnosu na kolorimetrijske vrijednosti podloge (medija).

### 3.4. Vizualna evaluacija - rezultati i diskusija

Vizualna evaluacija testnih uzoraka provedena je na uzorku od 30 ispitanika (miješana žensko-muška populacija od 16 muških i 14 ženskih ispitanika, prosječne starosti 21 godine). Ispitanici su prije procesa ocjenjivanja uspješno udovoljili kriterijima Ishihara testa (od 24 polja) za detekciju potencijalne defekcije vida. Slika 3.5. prikazuje konfiguraciju vidnog polja za provođenje eksperimenta u kontroliranim standardnim ambijentalnim uvjetima sukladno smjernicama norme ISO 3664:2009 – kut gledanja  $10^{\circ}$ , udaljenost ispitanika 50 cm, neutralna mat siva boja ambijenta, zamračeni prostor. Vrednovanje testnih uzoraka provedeno je upotrebom stacionarne kabine za promatranje "The Judge II-S" (slika 3.6.).



Slika 3.5. Konfiguracija vidnog polja ispitanika

Sukladno postavljenim ciljanim parametrima istraživanja, testni uzorci i pripadajući atlas boja ocjenjivani su pod tri različita standardna CIE izvora svjetla: D65 (6500  $^{\circ}$ K) – „dnevno svjetlo“, CWF (4150  $^{\circ}$ K) – „hladni bijeli fluorescentni izvor svjetla“ i A (2856  $^{\circ}$ K) – „umjetno svjetlo, žarulja s volframovom niti“. Korištena su tri različita medija grafičke reprodukcije: dvije tiskovne podloge - „GMG ProofMedia - Proof paper Gloss i Proof paper SemiMatte“ i zaslon računala HP DreamColor LP2480zx. Karakteristike referentnog monitorskog prikaza su slijedeće: dijagonala 24" (61 cm), rezolucija zaslona 1920x1200, pojasna širina kolornog prostora u unutarnjoj obradi je u granicama min 10 bita - max 12 bita, IPS panel, RGB LED osvjetljenje pozadine, dok volumen kolornog prostora za prikaz iznosi cca 133% NTSC.

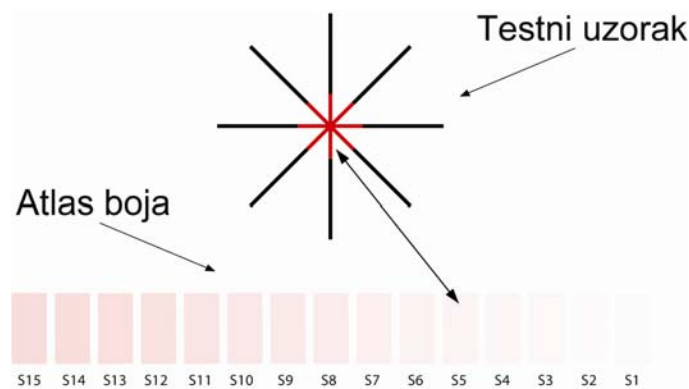
Postupak vizualnog ocjenjivanja proveden je primjenom *simultane binokularne tehnike usaglašavanja* - atlas boja i testni uzorak nalazili su se istovremeno u cjelovitom vidnom području, jedan pored drugog. Svaki ispitanik je imao zadatak postupkom vizualne diskriminacije izdvojiti referentno polje u atlasu boja koje je prema njegovoj prosudbi

istovjetno ili najslićnije vrijednosti promatrane manifestacije efekta neonskog proširivanja boje na ispitivanom testnom uzorku (slika 3.7.). Trajanje ocjenjivanja pojedinog ispitanika nije bilo ograničeno.



Slika 3.6. Stacionarna kabina za promatranje „The Judge II-S“

Opisana metoda je metoda konstantnih stimulusa - ispitaniku je prema slučajnom uzorku prezentiran set stimulusa (referentnih polja na atlasu boja) s različitim predefinisanim nepromjenjivim fizikalnim vrijednostima. Fizikalne vrijednosti stimulusa odabrane su na način kojim je pokriveno cjelokupno potencijalno područje praga percepcije manifestacije efekta neonskog proširivanja boje. Najmanja fizikalna vrijednost referentnog polja nalazi se vrlo malo ispod očekivanog praga percepcije, a najveća iznad očekivanog praga percepcije.



Slika 3.7. Vizualno ocjenjivanje putem atlasa boja

Izvorni podaci dobiveni vizualnom evaluacijom testnih uzoraka (slika 3.2. i 3.3) nalaze se u tabelama u okviru **Priloga A** ovog doktorskog rada. Podaci prikazuju kolorimetrijske vrijednosti CIE  $L^*a^*b^*$  manifestirane boje u efektu te izračunate kolorimetrijske razlike boja  $\Delta E^*_{94}$  (odstupanje manifestirane boje u efektu u odnosu na boju medija).

Izvorni podaci poslužili su za izračun promjene svjetline  $\Delta L^*$ , promjene kromatičnosti  $\Delta C_{ab}^*$  i promjene u tonu boje  $\Delta H_{ab}^*$  za dane parametre u istraživanju. Ti izvedeni podaci koji predstavljaju promjene percepcijskih atributa boje u manifestiranom efektu dio su **Priloga B** u sklopu doktorskog rada.

Statistička obrada izvornih podataka provedena je pomoću matematičkog programa *Matlaba 7.0.1* i aplikacije *Microsoft Excel 2007*.

### 3.4.1. Intenzitet efekta neonskog proširivanja boje

Distribucija podataka dobivenih istraživanjem statistički značajno odstupa od normalne razdiobe (testirano Kolmogorov-Smirnovljevim testom). Iz tog razloga je izračun statistički značajnih razlika između uzoraka obavljen upotrebom *neparametarskih testova* - **Kruskal-Wallis test** za tri ili više uzoraka, te **Mann-Whitney test** za dva uzorka.

Za grafički prikaz distribucija podataka korišteni su pravokutni dijagrami (*engl. Box and Whisker Plot*). Deblja crna crta označava **medijan** (položajna srednja vrijednost) - pokazatelj srednje vrijednosti podataka. Unutar pojedinih dijagrama nalaze se pravokutnici koji predstavljaju vrijednosti srednjih 50% podataka (interkvartilni raspon između 25% i 75%). Oni kod neparametarskih testova imaju ulogu pokazatelja **raspršenja** podataka. Vodoravne crne linije predstavljaju najmanju i najveću vrijednost dobivenih podataka unutar pojedinog uzorka koja nije tzv. **outlier** (označeni crvenim križem). Outlieri su ekstremne vrijednosti podataka koje algoritam testa izostavlja kod izračuna statistički značajnih razlika između uzoraka. **Prilog C** ovog doktorskog rada sadrži podatke o vrijednostima medijana.

Statističkom analizom testirana je nulta hipoteza o nepostojanju statistički značajnih razlika između uzoraka. Statistički značajnim u analizi su smatrane razlike potvrđene na razini  $p < 0.05$ . U slučajevima postojanja statistički značajnih razlika između uzoraka, **testom za višestruko uspoređivanje** utvrđeno je koji se uzorci statistički značajno razlikuju.

#### Utjecaj ambijentalnih uvjeta promatranja na intenzitet efekta

**U prvom dijelu** obrade podataka Kruskal-Wallis testom analizirane su statistički značajne razlike u intenzitetu efekta između uzoraka **obzirom na tri izvora svjetla** (D65, CWF i A), za određenu boju umetnutog segmenta (crvena, zelena, plava, cyan, magenta i žuta), **Gloss papir kao medij**, te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine.

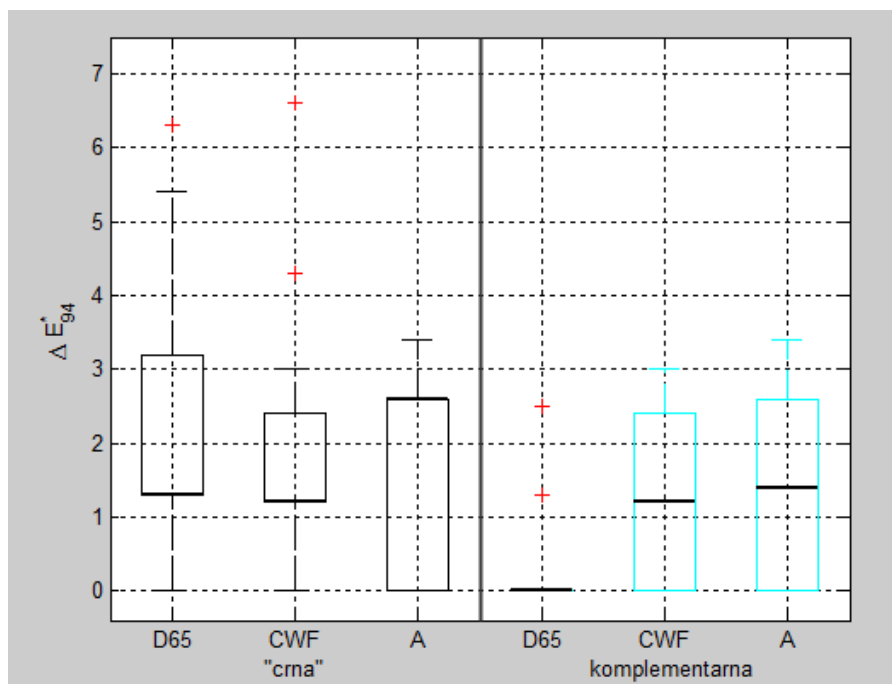
Veličine intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla, mediju i pozadini, za određenu boju umetnutog segmenta, grafički su prikazane pravokutnim dijagramima. Magnitude efekta su iskazane putem vrijednosti kolorimetrijskih razlika boje  $\Delta E_{94}^*$ . Pripadajuće tabele daju prikaz rezultata pojedinih statističkih testova.

**LEGENDA (tabele):**

***H*** – rezultat Kruskal-Wallis testa

***p*** – p vrijednost

***1G-D*** – oznaka uzorka, gdje brojka „1“ predstavlja kombinaciju odabira boja primarnog stimulusa (vidi tabelu 3.1.); slovo „G“ se odnosi na vrstu medija (*G* = Gloss papir, *S* = SemiMatte papir, *Z* = zaslon računala), dok slovo „D“ prikazuje varijablu izvor svjetla (*D* = D65, *F* = CWF, *A*).



Slika 3.8. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

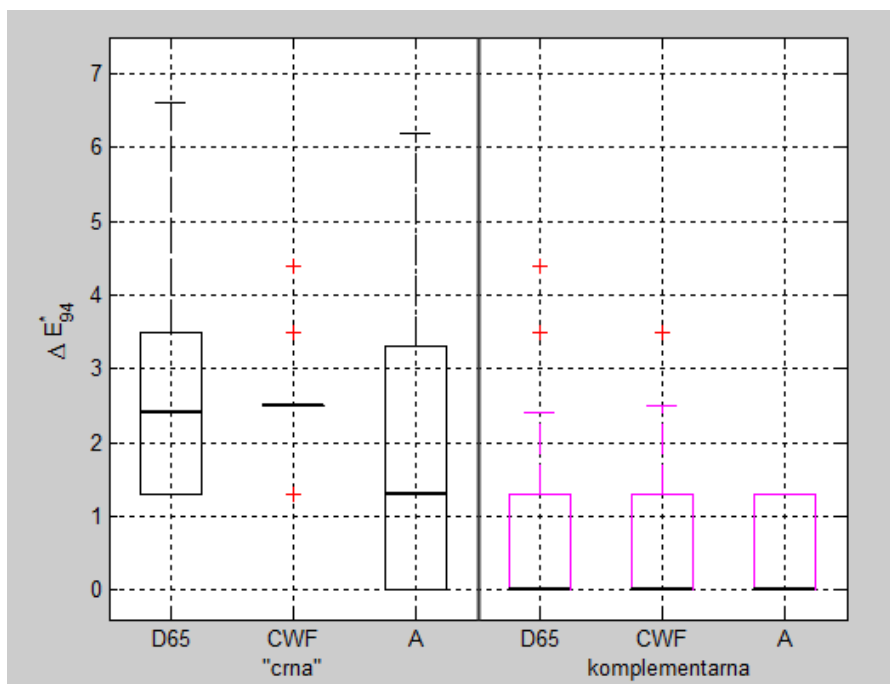
Tabela 3.2. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
1G-D 1G-F 1G-A	D65 CWF A	crvena	Gloss papir	„crna“	2.2919	0.3179
7G-D 7G-F 7G-A	D65 CWF A			komplementarna	25.5990	0.0000

Na slici 3.8., grafički prikaz distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje (iskazan putem kolorimetrijskih razlika boje  $\Delta E^*_{94}$ ) u ovisnosti o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine pokazuje da je maksimalna položajna srednja vrijednost intenziteta efekta (medijan) dobivena za izvor svjetla A i „crnu“ boju pozadine Ehrenstein uzorka, te iznosi 2,6. S druge strane, najmanja vrijednost medijana uočena je kod komplementarne boje pozadine uz izvor svjetla D65 i iznosi 0. Zamjetljivi su uglavnom veći interkvartilni rasponi koji ukazuju na veću raspršenost podataka (izuzetak je uzorak na komplementarnoj boji pozadine promatran pod D65 izvorom svjetla).

Iz tabele 3.2. je vidljivo da ne postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.3179$ ), dok na komplementarnoj pozadini postoji značajnih razlika ( $p=0.0000$ ). Testom za višestruko uspoređivanje utvrđeno je da se statistički značajno razlikuju uzorci 7G-D i 7G-F te 7G-D i 7G-A.





Slika 3.9. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

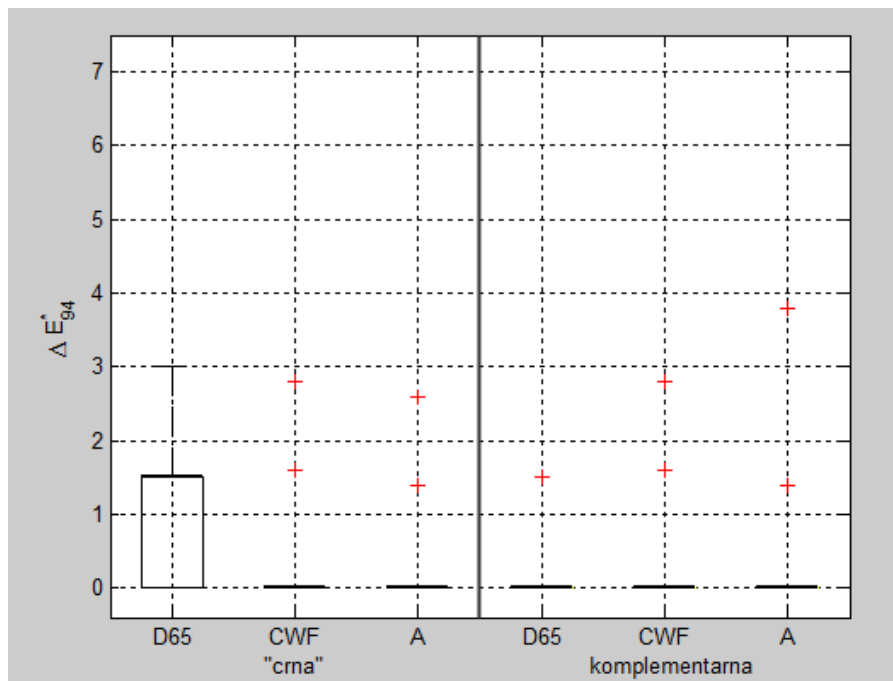
Tabela 3.3. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
2G-D	D65	zelena	Gloss papir	„crna“	10.5308	0.0052
2G-F	CWF					
2G-A	A					
8G-D	D65	zelena	Gloss papir	komplementarna	4.0328	0.1331
8G-F	CWF					
8G-A	A					

Iz grafičkog prikaza distribucije podataka (slika 3.9.) intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine mogu se isčitati maksimalne vrijednosti medijana za izvore svjetla D65 (2,4) i CWF (2,5) kod „crne“ boje pozadine. Komplementarna boja pozadine Ehrenstein uzorka kod svih izvora svjetla rezultirala je položajnim srednjim vrijednostima intenziteta efekta jednakim 0. Raspršenost podataka je prisutna kod svih uzoraka podataka osim kod „crne“ boje pozadine i CWF izvora svjetla gdje su vrijednosti srednjih 50% podataka koncentrirane oko vrijednosti medijana 2,5.

Na temelju podataka iz tabele 3.3. može se zaključiti da postoji statistički značajna razlika između uzoraka u intenzitetu efekta obzirom na izvor svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0052$ ). Statistički se značajno razlikuju uzorci 2G-D i 2G-A te 2G-F i 2G-A. Na komplementarnoj podlozi ne postoji značajnih razlika između uzoraka ( $p=0.1331$ ).

Rezultati Kruskal-Wallis testa potvrđuju razmatranja pravokutnih dijagrama sa slike 3.9. Dokazane su statistički značajne razlike u utjecaju izvora svjetla na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje kod testnih uzoraka u kojima se kao pozadina koristi „crna“ boja, dok u slučaju primjene komplementarnih boja pozadine na testnom uzorku nije dokazan utjecaj izvora svjetla na intenzitet efekta.



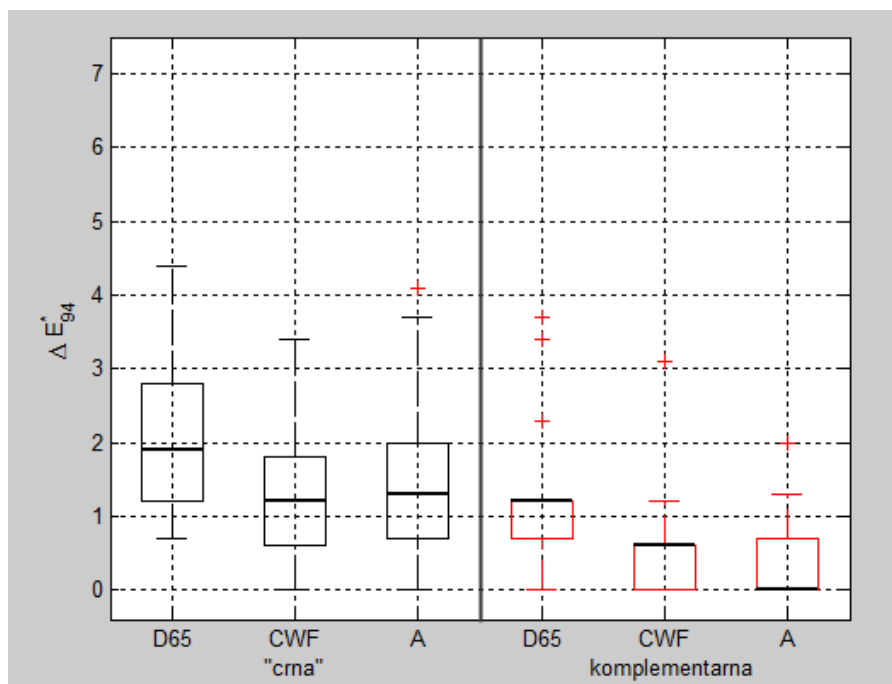
Slika 3.10. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

*Tabela 3.4. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine*

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
3G-D	D65	plava	Gloss papir	„crna“	19.6681	0.0000
3G-F	CWF					
3G-A	A					
9G-D	D65			komplementarna	1.0095	0.6037
9G-F	CWF					
9G-A	A					

Analiza pravokutnih dijagrama na slici 3.10. pokazuje da je manifestacija efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine dokazana samo kod izvora svjetla D65 i „crne“ boje pozadine. Vrijednost medijana iznosi 1,5, a podaci pokazuju disperziju (veći interkvartilni raspon). U svim ostalim situacijama vrijednost medijana iznosi 0 dok su vrijednosti srednjih 50% podataka koncentrirane oko vrijednosti medijana.

Prema rezultatima Kruskal-Wallis testa iz tabele 3.4. može se zaključiti da postoji statistički značajna razlika između uzoraka u intenzitetu efekta obzirom na izvor svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ). Statistički se značajno razlikuju uzorci 3G-D i 3G-F te 3G-D i 3G-A. Na komplementarnoj podlozi ne postoji značajnih razlika između uzoraka ( $p=0.6037$ ). Test je sukladan distribuciji podataka sa slike 3.10.



Slika 3.11. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

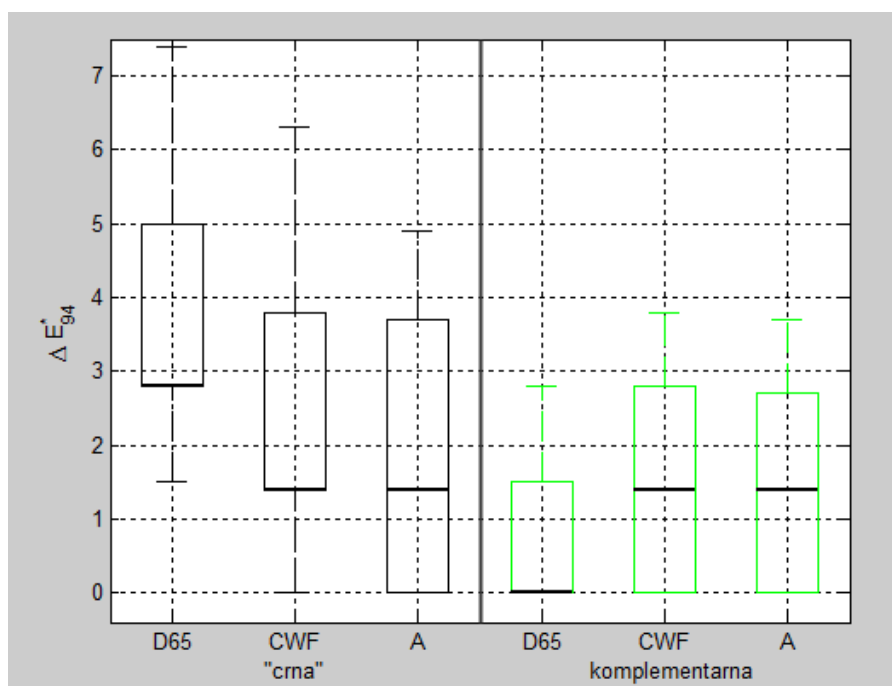
Tabela 3.5. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
4G-D	D65	cyan	Gloss papir	„crna“	13.4681	0.0012
4G-F	CWF					
4G-A	A					
10G-D	D65	cyan	Gloss papir	komplementarna	18.8168	0.0000
10G-F	CWF					
10G-A	A					

Maksimalna položajna srednja vrijednost intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine iznosi 1,9 (slika 3.11.). Zabilježena je za D65 izvor svjetla i „crnu“ boju pozadine. Najmanja vrijednost medijana može se uočiti kod A izvora svjetla i komplementarne boje pozadine Ehrenstein uzorka te iznosi 0. Kod svih uzoraka evidentna je raspršenost podatka.

Iz tabele 3.5. vidi se da postoji statistički značajna razlika između uzoraka u intenzitetu efekta obzirom na izvor svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0012$ ). Statistički se značajno razlikuju uzorci 4G-D i 4G-F te 4G-

D i 4G-A. Također, postoji statistički značajna razlika između uzoraka u intenzitetu efekta na komplementarnoj podlozi ( $p=0.0000$ ). Uzorci 10G-D i 10G-F te 10G-D i 10G-A se statistički značajno razlikuju.



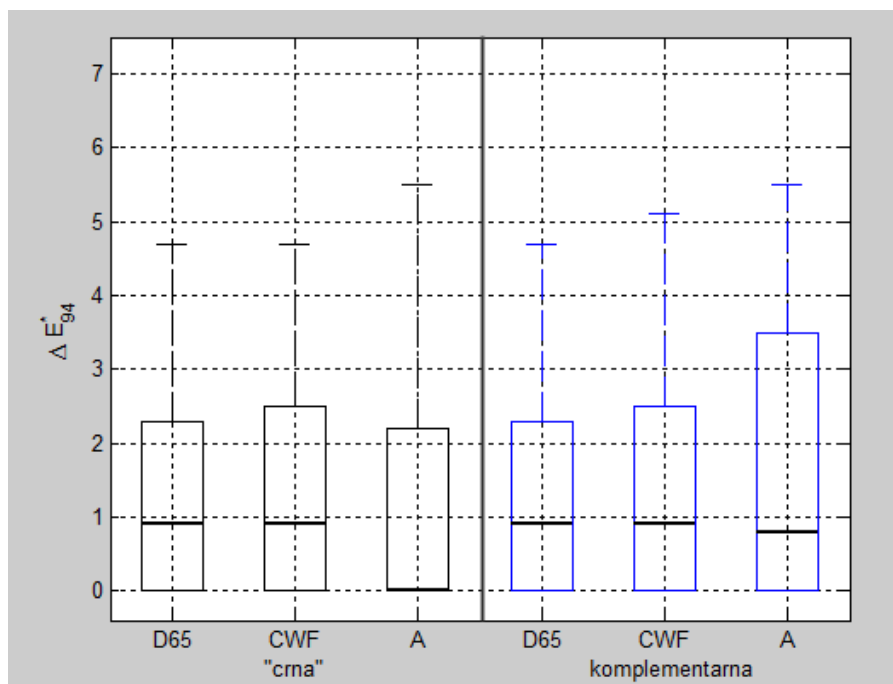
Slika 3.12. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

Tabela 3.6. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
5G-D	D65	magenta	Gloss papir	„crna“	20.2939	0.0000
5G-F	CWF					
5G-A	A					
11G-D	D65	magenta	Gloss papir	komplementarna	7.3212	0.0257
11G-F	CWF					
11G-A	A					

Slika 3.12. ukazuje na raspršenost u distribuciji podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine. Dobivena je maksimalna položajna srednja vrijednost intenziteta efekta (medijan) za izvor svjetla D65 i „crnu“ boju pozadine u iznosu 2,8. Najmanja vrijednost medijana uočena je kod komplementarne boje pozadine uz izvor svjetla D65 i iznosi 0.

Statistički značajna razlika između uzoraka u intenzitetu efekta obzirom na izvor svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ) kao i komplementarnu boju pozadine ( $p=0.0257$ ) postoji. Statistički se značajno razlikuju uzorci 5G-D i 5G-F te 5G-D i 5G-A, odnosno 11G-D i 11G-F te 11G-D i 11G-A.



Slika 3.13. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

Tabela 3.7. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

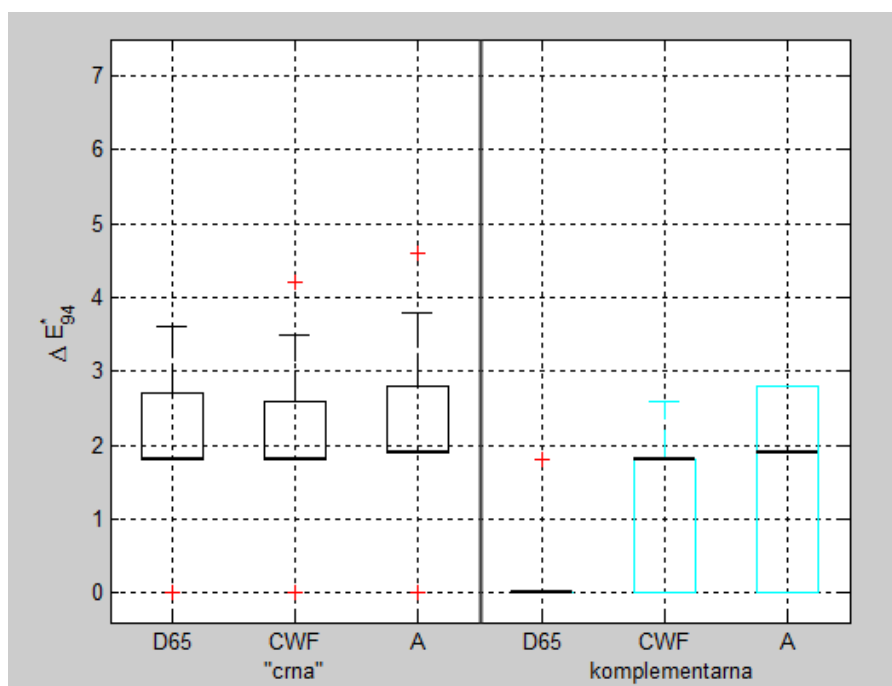
UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					$H$	$p$
6G-D	D65	žuta	Gloss papir	„crna“	4.0769	0.1302
6G-F	CWF					
6G-A	A					
12G-D	D65	žuta	Gloss papir	komplementarna	1.4261	0.4901
12G-F	CWF					
12G-A	A					

U grafičkom prikazu distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine na slici 3.13., analiza vrijednosti medijana pokazuje veliku ujednačenost tih vrijednosti – iznose 0,8 i 0,9. Iznimka je vrednovanje intenziteta

efekta pod A izvorom svjetla i „crnu“ boju pozadine gdje medijan ima vrijednost 0. Veliki interkvartilni rasponi dokazuju raspršenost podataka.

Sukladno iznesenoj diskusiji grafičkog prikaza podataka, Kruskal-Wallis test je potvrdio kako ne postoji statistički značajna razlika između uzoraka u intenzitetu efekta obzirom na izvor svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, na Gloss papiru kao mediju te na „crnoj“ ( $p=0.1302$ ) odnosno komplementarnoj ( $p=0.4901$ ) boji pozadine. (tabela 3.7.)

**U drugom dijelu analize utjecaja ambijentalnih uvjeta promatranja** utvrđene su statistički značajne razlike u intenzitetu efekta između uzoraka **obzirom na tri izvora svjetla** (D65, CWF i A), za određenu boju umetnutog segmenta (crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu), **Semimatte papir kao medij**, na „crnoj“ odnosno komplementarnoj boji pozadine. Za testiranje statistički značajnih razlika je korišten Kruskal-Wallis test, a za grafički prikaz podataka pravokutni dijagrami.



Slika 3.14. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

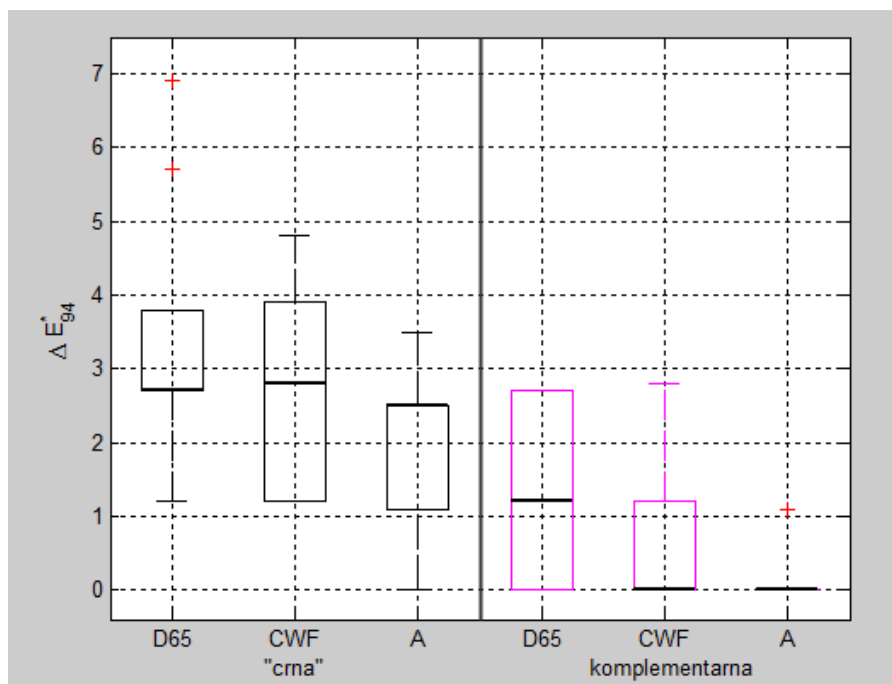
Tabela 3.8. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
1S-D 1S-F 1S-A	D65 CWF A	crvena	Semimatte papir	„crna“	2.0421	0.3602
7S-D 7S-F 7S-A	D65 CWF A			komplementarna	25.3201	0.0000

Na slici 3.14., grafički prikaz distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje (iskazan putem kolorimetrijskih razlika boje  $\Delta E_{94}^*$ ) u ovisnosti o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine ukazuje na veliku ujednačenost vrijednosti – vrijednosti medijana iznose 1,8 i 1,9. Takve vrijednosti prati i disperzija podataka. Iznimka je vrednovanje intenziteta efekta pod D65 izvorom svjetla i komplementarnu boju pozadine gdje medijan ima vrijednost 0 – uz to, sve vrijednosti podataka su koncentrirane oko vrijednosti medijana.

Iz tabele 3.8. je vidljivo da ne postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.3602$ ), dok na komplementarnoj pozadini postoji značajnih razlika ( $p=0.0000$ ). Statistički se značajno razlikuju uzorci 7S-D i 7S-F te 7S-D i 7S-A.





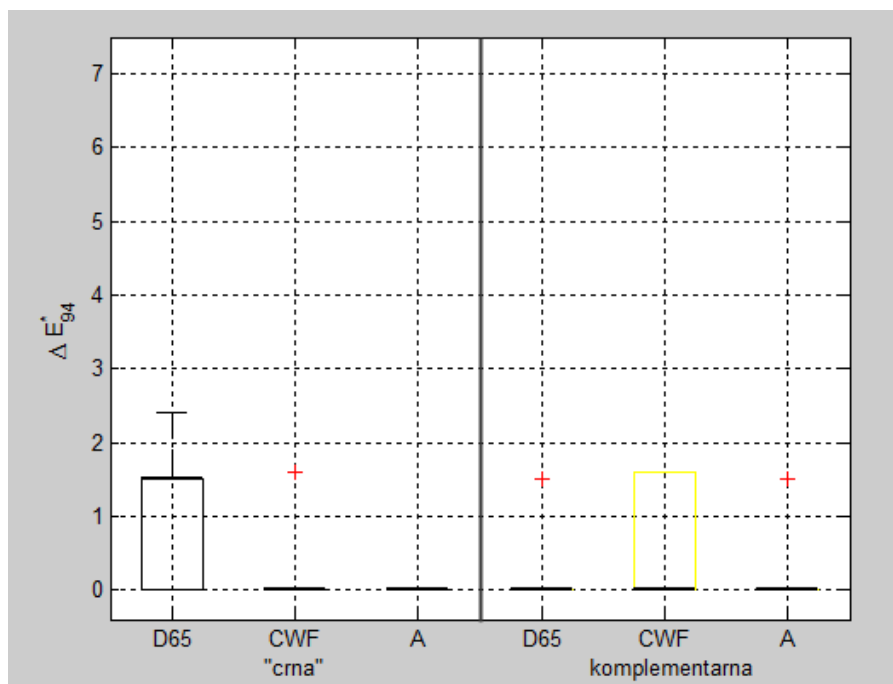
Slika 3.15. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

Tabela 3.9. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
2S-D	D65	zelena	Semimatte papir	„crna“	27.5336	0.0000
2S-F	CWF					
2S-A	A					
8S-D	D65			komplementarna	20.0586	0.0000
8S-F	CWF					
8S-A	A					

Iz grafičkog prikaza distribucije podataka (slika 3.15.) intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine mogu se isčitati maksimalne vrijednosti medijana za izvore svjetla CWF (2,8) D65 (2,7) i A (2,5) kod „crne“ boje pozadine. Komplementarna boja pozadine Ehrenstein uzorka kod CWF i A izvora svjetla rezultirala je položajnim srednjim vrijednostima intenziteta efekta jednakim 0. Raspršenost podataka je prisutna kod svih uzoraka podataka osim kod komplementarne boje pozadine i A izvora svjetla gdje su vrijednosti srednjih 50% podataka koncentrirane oko vrijednosti medijana 0.

Na temelju podataka Kruskal-Wallis testa iz tabele 3.9. može se zaključiti da postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ), kao i za komplementarnu boju pozadine ( $p=0.0000$ ). Statistički se značajno razlikuju uzorci 2S-D i 2S-A, 2S-F i 2S-A, odnosno 8S-D i 8S-F, 8S-D i 8S-A te 8S-F i 8S-A.



Slika 3.16. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

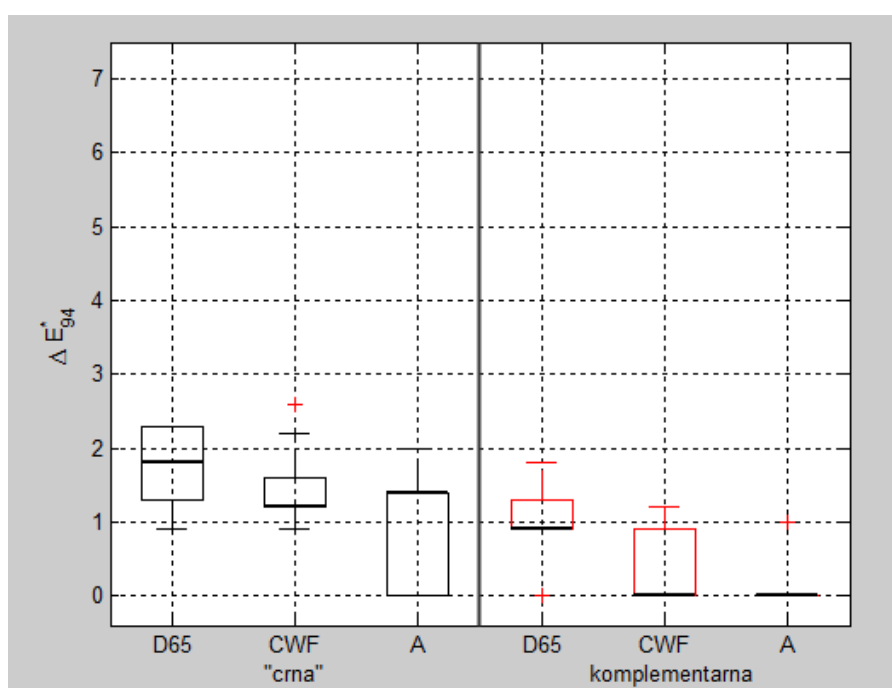
Tabela 3.10. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					$H$	$p$
3S-D 3S-F 3S-A	D65 CWF A	plava	Semimatte papir	„crna“	40.9650	0.0000
9S-D 9S-F 9S-A	D65 CWF A			komplementarna	3.8226	0.1479

Analiza grafičkog prikaza distribucije podataka na slici 3.16. pokazuje da je manifestacija efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine dokazana samo kod izvora svjetla D65 i „crne“ boju pozadine. Vrijednost medijana

iznosi 1,5. Podaci su raspršeni u toj situaciji te kada je efekt vrednovan pod izvorom svjetla CWF na komplementarnoj boji pozadine (medijan iznosi 0). U svim ostalim situacijama vrijednost medijana iznosi 0 dok su vrijednosti srednjih 50% podataka koncentrirane oko vrijednosti medijana.

Postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ). Statistički se značajno razlikuju uzorci 3S-D i 3S-F te 3S-D i 3S-A. Na komplementarnoj boji pozadine ( $p=0.1479$ ) ne postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta. (tabela 3.10.)



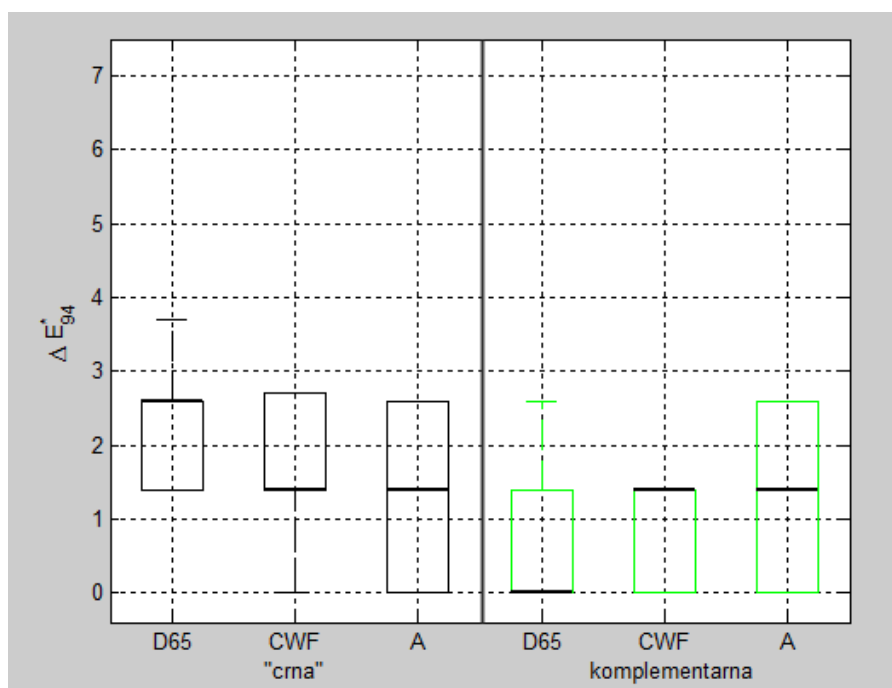
Slika 3.17. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

Tabela 3.11. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
4S-D	D65	cyan	Semimatte papir	„crna“	7.4045	0.0247
4S-F	CWF					
4S-A	A					
10S-D	D65	cyan	Semimatte papir	komplementarna	34.1932	0.0000
10S-F	CWF					
10S-A	A					

Maksimalna položajna srednja vrijednost intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine iznosi 1,8, a uočena je za D65 izvor svjetla i „crnu“ boju pozadine. Najmanja vrijednost medijana može se uočiti kod CFW i A izvora svjetla i komplementarne boje pozadine Ehrenstein uzorka te iznosi 0. Podaci nisu raspršeni jedino kod A izvora svjetla i komplementarne boje pozadine (slika 3.17.)

Iz tabele 3.11. je vidljivo da postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0247$ ) i komplementarnu boju pozadine ( $p=0.0000$ ). Statistički se značajno razlikuju uzorci 4S-D i 4S-F, 10S-D i 10S-F, 10S-D i 10S-A te 10S-F i 10S-A (slika 3.17.)



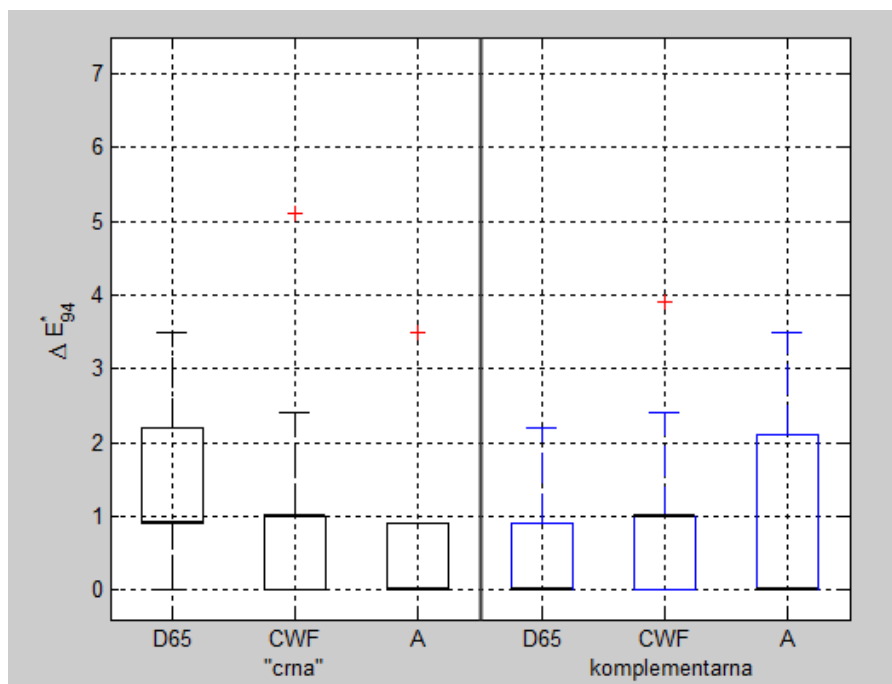
Slika 3.18. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

Tabela 3.12. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
5S-D 5S-F 5S-A	D65 CWF A	magenta	Semimatte papir	„crna“	11.8580	0.0027
11S-D 11S-F 11S-A	D65 CWF A			komplementarna	8.7110	0.0128

Slika 3.18. ukazuje na raspršenost u distribuciji podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine. Dobivena je maksimalna položajna srednja vrijednost intenziteta efekta (medijan) za izvor svjetla D65 i „crnu“ boju pozadine u iznosu 2,6. Najmanja vrijednost medijana uočena je kod komplementarne boje pozadine uz izvor svjetla D65 i iznosi 0.

Postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0027$ ) i komplementarnu boju pozadine ( $p=0.0128$ ). Statistički se značajno razlikuju uzorci 5S-D i 5S-A te 5S-F i 5S-A, zatim 11S-D i 11S-A. (tabela 3.12.)



Slika 3.19. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

Tabela 3.13. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

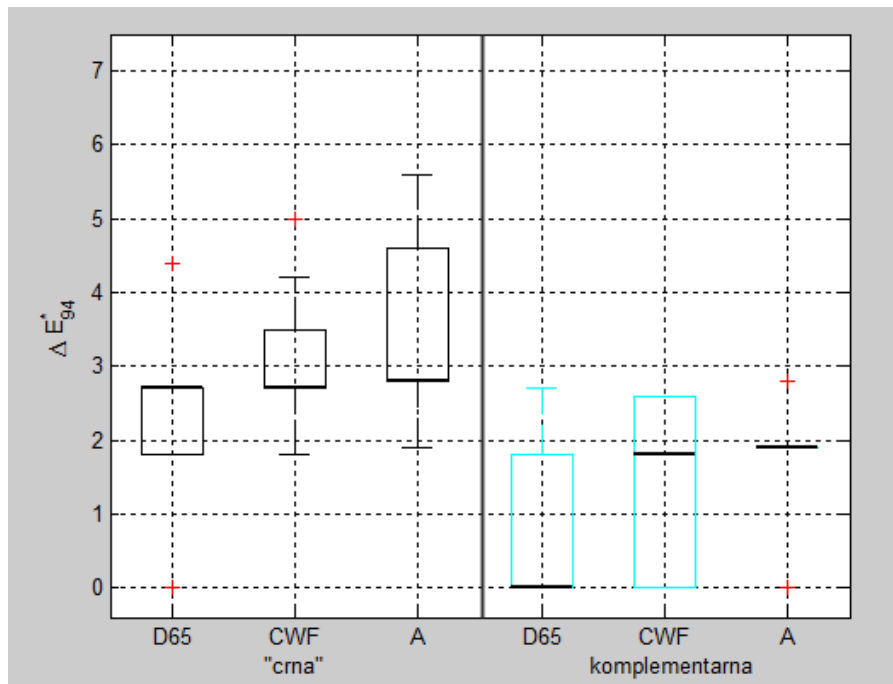
UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test				
					<i>H</i>	<i>p</i>			
6S-D 6S-F 6S-A	D65 CWF A	žuta	Semimatte papir	„crna“	6.7419	0.0344			
12S-D 12S-F 12S-A	D65 CWF A						komplementarna	3.6345	0.1625

U grafičkom prikazu distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine na slici 3.19., analiza vrijednosti medijana pokazuje kako maksimalna vrijednost medijana iznosi 1 za CWF izvor svjetla kod „crne“ i komplementarne boje pozadine. Vrednovanje intenziteta efekta pod A izvorom svjetla za obje boje pozadine i D65 izvor svjetla kod komplementarne boje pozadine medijan ima najmanje vrijednosti 0. Veliki interkvartilni rasponi dokazuju raspršenost podataka u svim situacijama.

Rezultati Kruskal-Wallis testa iz tabele 3.13. dokazuju kako postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za žutu boju umetnutog

segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0344$ ). Statistički se značajno razlikuju uzorci 6S-D i 6S-A. Na komplementarnoj boji pozadine nema statistički značajnih razlika ( $p=0.1625$ ).

**Treći dio analize utjecaja ambijentalnih uvjeta promatranja** sastojao se u ispitivanju statistički značajnih razlika u intenzitetu efekta neonskog proširivanja boje između uzoraka **obzirom na tri izvora svjetla** (D65, CWF i A), za određenu boju umetnutog segmenta (crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu), **zaslon računala kao medij** te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine. Statistički značajne razlike su ispitivane Kruskal-Wallis testom te testom za višestruko uspoređivanje, a grafički prikaz distribucije podataka dan je pravokutnim dijagramima.



Slika 3.20. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

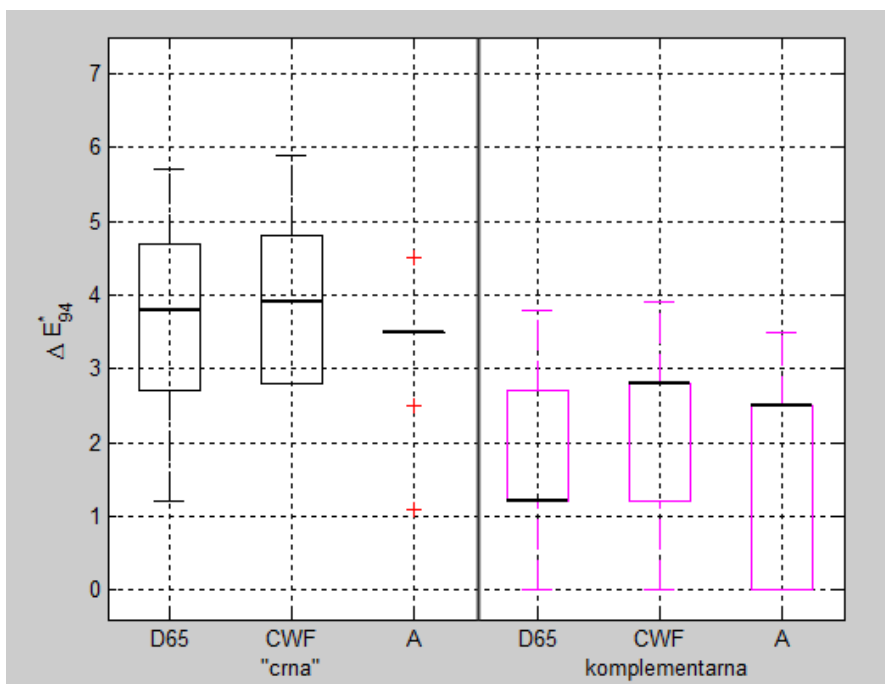
Tabela 3.14. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
1Z-D 1Z-F 1Z-A	D65 CWF A	crvena	zaslon računala	„crna“	21.2335	0.0000
7Z-D 7Z-F 7Z-A	D65 CWF A			komplementarna	8.1879	0.0167

Na slici 3.20. grafički je prikazana distribucija podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine. Prikaz ukazuje na ujednačenost vrijednosti medijana kod svih izvora svjetla za „crnu“ boju pozadine – one redom iznose za izvor svjetla D65 2,7, za CWF izvor svjetla 2,7 te 2,8 kod A izvora svjetla. Na komplementarnoj pozadini vrijednosti medijana su ujednačene kod CWF (1,8) i A izvora svjetla (1,9), dok D65 izvor svjetla daje najmanju položajnu srednju vrijednost 0. Podaci su raspršeni osim u slučaju komplementarne pozadine i A izvora svjetla.

Podaci iz tabele 3.14. dokazuju da postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ), kao i za komplementarnu pozadinu ( $p=0.0167$ ). Testom za višestruko uspoređivanje utvrđeno je da se statistički značajno razlikuju uzorci 1Z-D i 1Z-F, 1Z-D i 1Z-A te 7Z-D i 7Z-A.





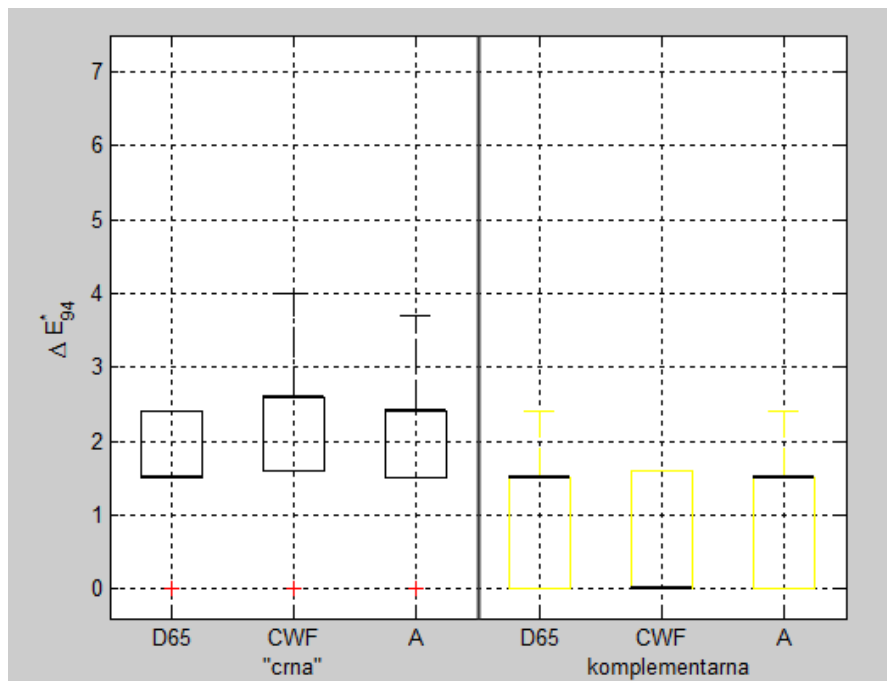
Slika 3.21. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

Tabela 3.15. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
2Z-D 2Z-F 2Z-A	D65 CWF A	zelena	zaslon računala	„crna“	9.1512	0.0103
8Z-D 8Z-F 8Z-A	D65 CWF A			komplementarna	12.4027	0.0020

Iz grafičkog prikaza distribucije podataka (slika 3.21.) intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine vidljive su velike vrijednosti medijana za sve izvore svjetla kod „crne“ boje pozadine. Maksimalna vrijednost medijana može se uočiti za CWF izvor svjetla i iznosi 3,9. Minimalna vrijednost medijana zabilježena je za D65 izvor svjetla (1,2) kod komplementarne boje pozadine Ehrenstein uzorka. U svim slučajevima podaci su raspršeni, osim kod A izvora svjetla i „crne“ boje pozadine gdje se vrijednosti podataka kreću oko vrijednosti medijana.

Postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0103$ ) i komplementarnu boju pozadine ( $p=0.0020$ ). Statistički se značajno razlikuju uzorci 2Z-D i 2Z-A, 2Z-F i 2Z-A, 8Z-D i 8Z-A, 8Z-F i 8Z-A. (tabela 3.15.).



Slika 3.22. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

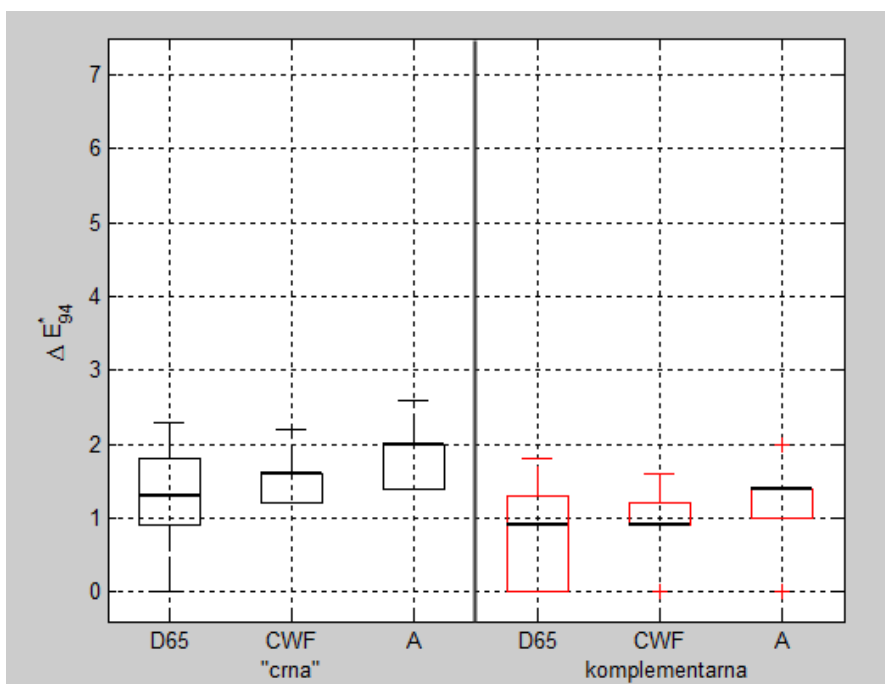
Tabela 3.16. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
3Z-D	D65	plava	zaslon računala	„crna“	14.2664	0.0000
3Z-F	CWF					
3Z-A	A					
9Z-D	D65			komplementarna	0.3048	0.8586
9Z-F	CWF					
9Z-A	A					

Analiza grafičkog prikaza distribucije podataka na slici 3.22. pokazuje da je manifestacija efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine dokazana kod svih izvora svjetla neovisno o boji pozadine osim za komplementarnu boju pozadine kod CWF izvora svjetla (vrijednost medijana je 0). Maksimalna položajna

srednja vrijednost može se zapaziti za CWF izvor svjetla i crnu boju pozadine – 2,6. Podaci su kod svih slučajeva raspršeni.

Iz podataka u tabeli 3.16. vidljivo je da postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ). Pritom se statistički značajno razlikuju uzorci 3Z-D i 3Z-F. Na komplementarnoj pozadini ne postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.8586$ ). (slika 3.22.).



Slika 3.23. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

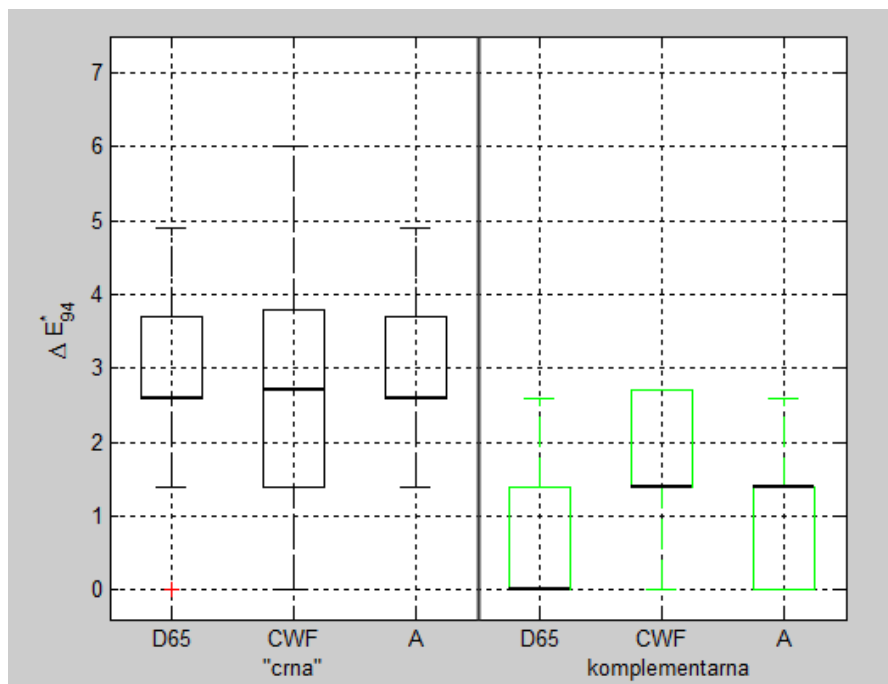
Tabela 3.17. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
4Z-D	D65	cyan	zaslon računala	„crna“	17.4493	0.0000
4Z-F	CWF					
4Z-A	A					
10Z-D	D65			komplementarna	8.3062	0.0157
10Z-F	CWF					
10Z-A	A					

Maksimalna položajna srednja vrijednost intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te

„crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine iznosi 2,0, a uočena je za A izvor svjetla i „crnu“ boju pozadine. Najmanja vrijednost medijana može se uočiti kod D65 i CFW izvora svjetla i komplementarne boje pozadine Ehrenstein uzorka te iznosi 0,9. Podaci su raspršeni u svim slučajevima – vrijednost raspršenja nije velika što pokazuju interkvartilni rasponi na slici 3.23.

Na temelju rezultata Kruskal-Wallis testa iz tabele 3.17. zaključuje se da postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ). Pritom se statistički značajno razlikuju uzorci 4Z-D i 4Z-A te 4Z-F i 4Z-A. Na komplementarnoj pozadini također postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.0157$ ) i to između uzoraka 10Z-D i 10Z-A te 10Z-F i 10Z-A.



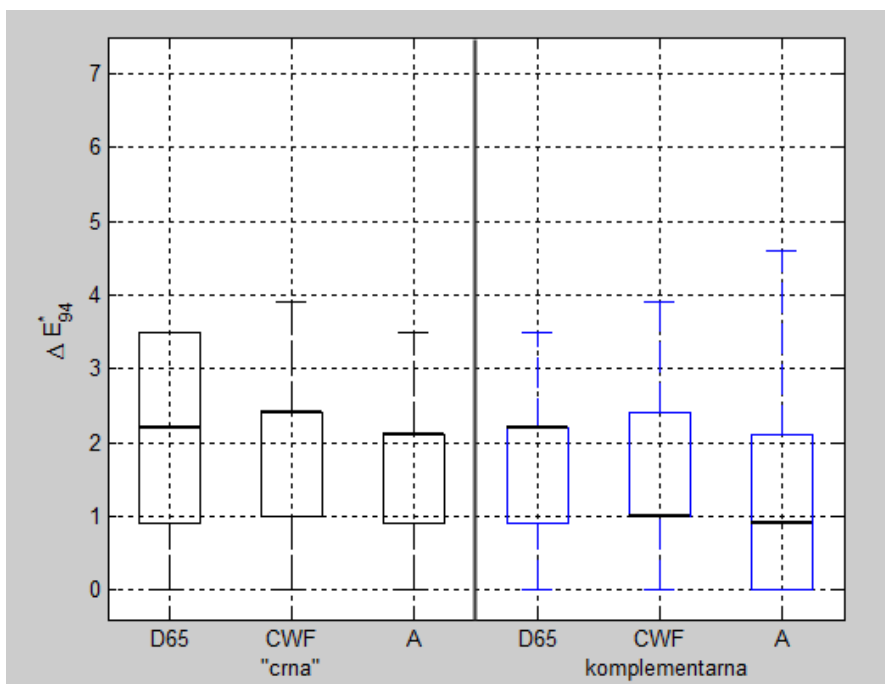
Slika 3.24. Intenzitet efekta ovisnosti o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

Tabela 3.18. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
5Z-D 5Z-F 5Z-A	D65 CWF A	magenta	Zaslon računala	„crna“	3.8623	0.1450
11Z-D 11Z-F 11Z-A	D65 CWF A			komplementarna	12.2335	0.0022

Slika 3.24. ukazuje na raspršenost u distribuciji podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine. Dobivena je maksimalna položajna srednja vrijednost intenziteta efekta (medijan) za izvor svjetla CWF i „crnu“ boju pozadine u iznosu 2,67, mada su vrijednosti medijana i kod ostala dva izvora svjetla D65 (2,6) i A (2,6) za „crnu“ boju pozadine bliska maksimalnom iznosu. Najmanja vrijednost medijana uočena je kod komplementarne boje pozadine uz izvor svjetla D65 i iznosi 0.

Testiranje statistički značajnih razlika Kruskal-Wallis testom prema podacima iz tabele 3.18. dokazalo je da ne postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.1450$ ), dok na komplementarnoj pozadini postoji značajna razlika ( $p=0.0022$ ) između uzoraka 11Z-D i 11Z-F.



Slika 3.25. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

Tabela 3.19. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Izvor svjetla	Boja umetnutog segmenta	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
6Z-D 6Z-F 6Z-A	D65 CWF A	žuta	Zaslon računala	„crna“	3.3647	0.1859
12Z-D 12Z-F 12Z-A	D65 CWF A			komplementarna	7.7591	0.0207

U grafičkom prikazu distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine na slici 3.19., analiza vrijednosti medijana pokazuje kako maksimalna vrijednost medijana iznosi 2,4 za CWF izvor svjetla kod „crne“ boje pozadine. A izvor svjetla i komplementarna boja pozadine pokazuju najmanju vrijednost medijana – 0,9. Podaci su raspršeni u svim slučajevima.

Sukladno podacima iz tabele 3.19. može se reći da ne postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na izvor svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.1859$ ), dok na

komplementarnoj pozadini postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.0207$ ) i to između uzoraka 12Z-D i 12Z-A te 12Z-F i 12Z-A.

Uočeni obrasci u podacima iz analize utjecaja različitih izvora svjetla (D65, CWF i A) na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije korespondiraju spektralnoj emisiji pojedinog CIE standardnog izvora svjetla odnosno energiji distribucije svjetlosti pojedinih izvora (vidi sliku 2.6.). Izvor svjetla D65 ima najujednačeniju distribuciju energije zračenja na svim valnim duljinama vidljivog dijela spektra svijetlosti [26] zbog čega se taj izvor svjetla preferira za upotrebu u standardima grafičke tehnologije prilikom grafičke reprodukcije na suptraktivnim medijima.

Može se pretpostaviti kako je navedeno razlog zašto izvor svjetla D65 uzrokuje najveće greške u percepciji boje u manifestiranom efektu neonskog proširivanja boje na Gloss i Semimatte papiru kao mediju. Drugim riječima, u većini slučajeva su dokazane statistički značajne razlike u intenzitetu istraživanog efekta pod utjecajem D65 izvora svjetla u odnosu na CWF i A izvore svjetla, u situacijama reprodukcije boje na suptraktivnim medijima.

S druge strane, najmanje vrijednosti intenziteta efekta ustanovljene su kod izvora svjetla A u većini slučajeva. Izuzetak je crvena boja umetnutog segmenta na Ehrenstein uzorku, kod koje su ispitanici pod osvjetljenjem A izvora svjetla percipirali najveće proširenje boje (najveći intenzitet efekta), što je sukladno spektralnoj emisiji A izvora svjetla.

Za razliku od tiskovnih podloga, kod koji je osnova suptraktivne sinteze modulacija svjetlosnih podražaja reflektiranih s pigmentirane površine tiskovne podloge, zaslon računala kao aditivni medij ne pokazuje takvu snažnu varijabilnu povezanost s pojedinim izvorima svjetla. Aditivna sinteza temelji se na miješanju svjetlosnih podražaja bez selektivne apsorpcije odnosno modulacije pojedinih valnih duljina svjetlosti prije ulaska u ljudsko oko [67]. Navedeno razmatranje objašnjava dokazane statistički manje značajne razlike u intenzitetu efekta neonskog proširivanja boje pod utjecajem izvora svjetla na zaslonu računala.

Na osnovu položajnih srednjih vrijednosti intenziteta efekta neonskog proširivanja boje obzirom na varijablu izvor svjetla, te testiranjem statistički značajnih razlika u intenzitetu istraživanog efekta, nedvosmisleno je dokazan veći varijabilni utjecaj standardnih CIE izvora svjetla (D65, CWF i A) na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje prilikom reprodukcije boje na tiskovnim podlogama u odnosu na zaslon računala.

Istraživanje je dokazalo kako je moguće predvidjeti da će u velikoj većini situacija, neovisno o utjecaju izvora svjetla, odstupanje u percepciji prividnog neonskog proširenja boje umetnutog segmenta Ehrenstein modela na refleksijskim medijima biti izraženije kod zelene i magenta boje nego li kod plave boje umetnutog segmenta. Takvo što se može pripisati tromosti ljudskog oka za plavu boju [42].

### Utjecaj medija u procesu grafičke reprodukcije na intenzitet efekta

U daljnjoj statističkoj obradi podataka utvrđivano je da li postoji statistički značajna razlika između uzoraka u intenzitetu efekta obzirom na tri medija (Gloss papir, Semimatte papir i zaslon računala), za određenu boju umetnutog segmenta (crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu), izvor svjetla D65 na „crnoj“ odnosno komplementarnoj boji pozadine. Grafički prikaz distribucije podataka dan je na slikama 3.8. – 3.25.

U tabelama 3.20. – 3.25. dani su rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta *ovisno o mediju* (Gloss i Semimatte papir, zaslon računala) za određenu boju umetnutog segmenta, *izvor svjetla D65* te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine.

*Tabela 3.20. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine*

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
1D-G 1D-S 1D-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	crvena	D65	„crna“	3.0407	0.2186
7D-G 7D-S 7D-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	11.2458	0.0036

Na slikama 3.8., 3.14. i 3.20. grafički je prikazana distribucija podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine. Može se uočiti ista minimalna vrijednost medijana (0) kod svih medija za komplementarnu boju pozadine. Najveću vrijednost medijana (2,7) ima zaslon računala na „crnoj“ boji pozadine. Osim kod Gloss i Semimatte papira za komplementarne boje pozadine gdje su podaci koncentrirani oko vrijednosti medijana, u ostalim slučajevima podaci su raspršeni.



Iz tabele 3.20. je vidljivo da ne postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.2186$ ), dok na komplementarnoj pozadini postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.0036$ ) i to između uzoraka 7D65-G i 7D65-Z te 7D65-S i 7D65-Z.

*Tabela 3.21. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za zelenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine*

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
<b>2D-G</b> <b>2D-S</b> <b>2D-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	zelena	D65	„crna“	9.9563	0.0069
<b>8D-G</b> <b>8D-S</b> <b>8D-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	8.3963	0.0150

Grafički prikazi distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za zelenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine na slikama 3.9., 3.15. i 3.21.. pokazuju da je najveća vrijednost medijana dobivena kod zaslona računala za „crnu“ boju pozadie u iznosu 3,8. Na komplementarnoj pozadini i Gloss papiru kao mediju zabilježena je najmanja vrijednost medijana 0. Rasponi srednjih 50% podataka ukazuju na raspršenost podataka.

Postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za zelenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0069$ ). Razlikuju se uzorci 2D-G i 2D-Z. Na komplementarnoj pozadini također postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.0150$ ) i to između uzoraka 8D-G i 8D-Z te 8D-S i 8D-Z. (tabela 3.21.)

*Tabela 3.22. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za plavu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine*

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
<b>3D-G</b> <b>3D-S</b> <b>3D-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	plava	D65	„crna“	7.4614	0.0240
<b>9D-G</b> <b>9D-S</b> <b>9D-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	26.6001	0.0000

Analiza podataka o intenzitetu efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za plavu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine na slikama 3.10., 3.16. i 3.22. ukazuje na istu vrijednost medijana (1,5) kod svih istraživanih medija za „crnu“ boju pozadine te za komplementarnu boju pozadine kod zaslona računala. Kod tiskovnih podloga i komplementarne boje pozadine položajna srednja vrijednost je jednaka 0. Za vrijednost medijana 0 podaci nisu dispergirani, dok je u ostalim situacijama prisutna disperzija podataka.

Prema podacima iz tabele 3.22. postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za plavu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0240$ ) i komplementarnu boju pozadine ( $p=0.0000$ ). Razlikuju se uzorci 3D-S i 3D-Z, 9D-G i 9D-Z te 9D-S i 9D-Z.

*Tabela 3.23. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za cyan boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine*

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
<b>4D-G</b> <b>4D-S</b> <b>4D-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	cyan	D65	„crna“	14.0592	0.0000
<b>10D-G</b> <b>10D-S</b> <b>10D-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	0.3353	0.8457

Maksimalna položajna srednja vrijednost intenziteta efekta neonskog proširivanj boje u ovisnosti o mediju za cyan boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine iznosi 1,9 na Gloss papiru i za „crnu“ boju pozadine. Najmanja vrijednost medijana može se uočiti za komplementarne boje pozadine Ehrenstein uzorka na Semimatte papiru i zaslonu računala te iznosi 0,9. Podaci su raspršeni u svim slučajevima – vrijednost raspršenja je srednja što pokazuju interkvartilni rasponi na slikama 3.11., 3.17. i 3.23.

Podaci iz tabele 3.23. ukazuju da postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za cyan boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ), dok na komplementarnoj boji pozadine ne postoji ( $p=0.8457$ ). Razlikuju se uzorci 4D-G i 4D-Z.

Tabela 3.24. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za magenta boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
<b>5D-G</b> <b>5D-S</b> <b>5D-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	magenta	D65	„crna“	26.3386	0.0000
<b>11D-G</b> <b>11D-S</b> <b>11D-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	0.0425	0.9790

Na slikama 3.12., 3.18. i 3.24. grafički je prikazana distribucija podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za magenta boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine. Može se uočiti ista minimalna vrijednost medijana (0) kod svih medija za komplementarnu boju pozadine. Najveću vrijednost medijana (2,8) ima Gloss papir za „crnu“ boju pozadine. Vrijednosti distribuiranih podataka su dispergirane u svim slučajevima.

Statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za magenta boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ) postoji. Razlikuju se uzorci 5D-G i 5D-S, 5D-G i 5D-Z te 5D-S i 5D-Z. Na komplementarnoj boji pozadine nema značajne razlike ( $p=0.9790$ ). (tabela 3.24.)

Tabela 3.25. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
<b>6D-G</b> <b>6D-S</b> <b>6D-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	žuta	D65	„crna“	6.0672	0.0481
<b>12D-G</b> <b>12D-S</b> <b>12D-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	9.8458	0.0073

U pravokutnim dijagramima na slikama 3.13., 3.19. i 3.25., analiza položajnih srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika boje  $\Delta E^*_{94}$  kao mjere za intenzitet efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine pokazuje da je maksimalna dobivena

položajna srednja vrijednost 2,2 kod zaslona računala za obje boje pozadine. S druge strane, minimalna dobivena položajna srednja vrijednost uočena je kod Semimatte papira za komplementarnu boju pozadine. Vrijednosti distribuiranih podataka pokazuju raspršenost u svim slučajevima.

Postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0481$ ). Postoji i statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te komplementarnu boju pozadine ( $p=0.0073$ ). Razlikuju se uzorci 6D-G i 6D-Z te 12D-S i 12D-Z. (tabela 3.25.)

U tabelama 3.26. – 3.31. dani su rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta *ovisno o mediju* (Gloss i Semimatte papir, zaslon računala) za određenu boju umetnutog segmenta, *izvor svjetla CWF* te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine.

*Tabela 3.26. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine*

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
1F-G 1F-S 1F-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	crvena	CWF	„crna“	23.7314	0.0000
7F-G 7F-S 7F-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	1.9297	0.3810

Na slikama 3.8., 3.14. i 3.20. grafički je prikazana distribucija podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine. Može se uočiti kako je greška u percepciji boje potvrđena kod svih medija bez obzira na boju pozadine. Najveću vrijednost medijana (2,7) pokazuje zaslon računala u situaciji kada je boja pozadine na Ehrenstein uzorku „crna“. Na Gloss papiru kod obje boje pozadine zabilježene su najmanje vrijednosti medijana u iznosu 1,2. Vrijednosti distribuiranih podataka pokazuju raspršenost u svim slučajevima.

Iz tabele 3.26. se može zaključiti da postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla

CWF te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ), i to između uzoraka 1F-G i 1F-Z te 1F-S i 1F-Z, dok na komplementarnoj pozadini ne postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.3810$ ).

*Tabela 3.27. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za zelenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine*

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
<b>2F-G</b> <b>2F-S</b> <b>2F-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	zelena	CWF	„crna“	33.8196	0.0000
<b>8F-G</b> <b>8F-S</b> <b>8F-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	28.2940	0.0000

Na temelju grafičkih prikaza distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za zelenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine na slikama 3.9., 3.15. i 3.21. može se uočiti kako zelena boja na komplementarnoj boji pozadine kod Gloss i Semimatte papira ne pokazuje manifestaciju efekta neonskog proširivanja boje. Vrijednosti medijana su 0. Najveća vrijednost medijana dobivena je kod zaslona računala za „crnu“ boju pozadine u iznosu 3,9. Rasponi srednjih 50% podataka ukazuju na raspršenost podataka u svim slučajevima osim kod Gloss papira i „crnu“ boju pozadine.

Iz podataka u tabeli 3.27. se može zaključiti da postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za zelenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ), i to između uzoraka 2F-G i 2F-Z te 2F-S i 2F-Z, dok na komplementarnoj pozadini postoji značajna razlika između uzoraka 8F-G i 8F-Z te 8F-S i 8F-Z ( $p=0.0000$ ).

*Tabela 3.28. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za plavu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine*

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
<b>3F-G</b> <b>3F-S</b> <b>3F-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	plava	CWF	„crna“	55.2997	0.0000
<b>9F-G</b> <b>9F-S</b> <b>9F-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	4.4526	0.1079

Analiza podataka o intenzitetu efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za plavu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine na slikama 3.10., 3.16. i 3.22. ukazuje na to da kod plave boje ne dolazi do greške u percepciji boje uslijed manifestacije istraživanog efekta u većini slučajeva (vrijednosti medijana iznose 0). Izuzetak je zaslon računala i „crna“ boja pozadine gdje je zabilježena vrijednost medijana 2,6. Vrijednosti podataka su raspršene kod zaslona računala te kod Semimatte papira i komplementarne boje pozadine.

Statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za plavu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ boju pozadine postoji ( $p=0.0000$ ). Statistički se značajno razlikuju uzorci 3F-G i 3F-Z te 3F-S i 3F-Z, dok na komplementarnoj pozadini ne postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.1079$ ). (tabela 3.28.)

*Tabela 3.29. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za cyan boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine*

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
<b>4F-G</b> <b>4F-S</b> <b>4F-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	cyan	CWF	„crna“	1.7003	0.4274
<b>10F-G</b> <b>10F-S</b> <b>10F-Z</b>	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	25.3392	0.0000

Maksimalna vrijednost intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za cyan boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine iskazana medijanom iznosi 1,6 (slike 3.11., 3.17. i 3.23.). Zabilježena je kod zaslona računala za „crnu“ boju pozadine. Najmanja vrijednost medijana može se uočiti za komplementarnu boju pozadine Ehrenstein uzorka na Semimatte papiru u iznosu 0,9. Podaci su manje do srednje raspršeni u svim slučajevima.

Statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za cyan boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ boju pozadine ne postoji ( $p=0.4274$ ), dok na komplementarnoj pozadini postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.0000$ ). Razlikuju se uzorci 10F-G i 10F-Z te 10F-S i 10F-Z. (tabela 3.29.)

Tabela 3.30. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za magenta boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
5F-G 5F-S 5CWF-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	magenta	CWF	„crna“	9.1289	0.0104
11F-G 11F-S 11F-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	5.4938	0.0641

Na slikama 3.12., 3.18. i 3.24. grafički je prikazana distribucija podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za magenta boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine. Može se uočiti ista vrijednost medijana (1,4) kod svih istraživanih medija i obje boje pozadine, osim u slučaju kada je boja pozadine „crna“ kod zaslona računala te medijan ima vrijednost 2,7. Vrijednosti distribuiranih podataka su pretežito više raspršene u svim slučajevima.

Iz tabele 3.30. vidi se da postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za magenta boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0104$ ). Razlikuju se uzorci 5F-S i 5F-Z. Na komplementarnoj pozadini ne postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.0641$ ).

Tabela 3.31. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
6F-G 6F-S 6F-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	žuta	CWF	„crna“	8.3935	0.0150
12F-G 12F-S 12F-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	4.4665	0.1072

Analizom grafičkih prikaza intenzitet efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine na slikama 3.13., 3.19. i 3.25., može se uočiti kako maksimalna dobivena vrijednost medijana iznosi 2,4 kod zaslona računala za „crnu“ boju pozadine. Vrijednosti medijana u ostalim slučajevima iznose 0,9 za Gloss papir i obje boje

pozadine, te 1,0 kod Semimatte papira i obje pozadine odnosno komplementarnu boju pozadine na zaslonu računala. Vrijednosti distribuiranih podataka su raspršene u svim slučajevima.

Podaci iz tabele 3.31. ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0150$ ). Razlikuju se uzorci 6F-S i 6F-Z. Na komplementarnoj pozadini ne postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.1072$ ).

U tabelama 3.32. – 3.37. dani su rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta *ovisno o mediju* (Gloss i Semimatte papir, zaslon računala) za određenu boju umetnutog segmenta, *izvor svjetla A* te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine.

*Tabela 3.32. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine*

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
1A-G 1A-S 1A-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	crvena	A	„crna“	31.8831	0.0000
7A-G 7A-S 7A-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	0.0180	0.9910

Slike 3.8., 3.14. i 3.20. grafički prikazuju distribuciju podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine. Zamjećuje se kako je greška u percepciji boje potvrđena kod svih medija bez obzira na boju pozadine. Najveću vrijednost medijana (2,8) pokazuje zaslon računala u situaciji kada je boja pozadine na Ehrenstein uzorku „crna“. Na Gloss papiru kod komplementarne boje pozadine zabilježena je najmanja vrijednost medijana u iznosu 1,4. Vrijednosti distribuiranih podataka pokazuju veliku raspršenost u svim slučajevima osim kod zaslona računala i komplementarne boje pozadine gdje nije zamijećena raspršenost podataka (vrijednosti srednjih 50% podataka su na razini medijana 1,9).

Iz tabele 3.32. se može zaključiti da postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A



te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ), i to između uzoraka 1A-G i 1A-Z te 1A-S i 1A-Z, dok na komplementarnoj pozadini ne postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.9910$ ).

Tabela 3.33. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za zelenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
2A-G	Gloss papir	zelena	A	„crna“	25.4785	0.0000
2A-S	Semimatte papir					
2A-Z	zaslon računala					
8A-G	Gloss papir	komplementarna			27.9515	0.0000
8A-S	Semimatte papir					
8A-Z	zaslon računala					

Analizom grafičkih prikaza distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za zelenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine na slikama 3.9., 3.15. i 3.21. može se zamijetiti kako zelena boja na komplementarnoj boji pozadine kod Gloss i Semimatte papira ne pokazuje manifestaciju efekta neonskog proširivanja boje. Vrijednosti medijana su 0. Najveća vrijednost medijana dobivena je kod zaslona računala za „crnu“ boju pozadie u iznosu 3,5. Rasponi srednjih 50% podataka ukazuju na raspršenost podataka u svim slučajevima osim kod Semimatte papira i komplementarne boje pozadine te zaslona računala i „crne“ boje pozadine.

Postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za zelenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ), i to između uzoraka 2A-G i 2A-Z te 2A-S i 2A-Z, dok na komplementarnoj pozadini također postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.0000$ ) i to između uzoraka 8A-G i 8A-Z te 8A-S i 8A-Z. (tabela 3.33.)

Tabela 3.34. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za plavu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
3A-G 3A-S 3A-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	plava	A	„crna“	57.0300	0.0000
9A-G 9A-S 9A-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	21.2242	0.0000

Sukladno grafičkom prikazu distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za plavu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine na slikama 3.10., 3.16. i 3.22. ukazuje na to da kod plave boje ne dolazi do greške u percepciji boje uslijed manifestacije istraživanog efekta na tiskovnim podlogama (vrijednosti medijana iznose 0). Na zaslonu računala mogu se uočiti vrijednosti medijana za „crnu“ boju pozadine 2,4 te za komplementarnu boju pozadine 1,5. Vrijednosti podataka su raspršene kod zaslona računala dok su kod tiskovnih podloga podaci koncentrirani oko vrijednosti medijana.

Statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za plavu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ) postoji. Razlikuju se uzorci 3A-G i 3A-Z te 3A-S i 3A-Z. Na komplementarnoj pozadini također postoji značajna razlika između uzoraka ( $p=0.0000$ ). Razlikuju se uzorci 9A-G i 9A-Z te 9A-S i 9A-Z. (tabela 3.34.)

Tabela 3.35. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za cyan boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
4A-G 4A-S 4A-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	cyan	A	„crna“	20.0585	0.0000
10A-G 10A-S 10A-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	45.1008	0.0000

Na slikama 3.11., 3.17. i 3.23. kojima je grafički prikazan intenzitet efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za cyan boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine, vidljivo je kako kod komplementarne boja pozadine na tiskovnim podlogama ne dolazi do greške u percepciji boje uslijed manifestacije istraživanog efekta na tiskovnim podlogama (vrijednosti medijana iznose 0). Maksimalna vrijednost medijana (2,0) zabilježena je kod zaslona računala za „crnu“ boju pozadine. Podaci su manje do srednje raspršeni u svim slučajevima izuzev kod Semimatte papira i komplementarne boje pozadine.

Sukladno tabeli 3.35., statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za cyan boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ) postoji. Razlikuju se uzorci 4A-G i 4A-Z te 4A-S i 4A-Z. Statistički značajna razlika postoji i na komplementarnoj boji pozadine između uzoraka ( $p=0.0000$ ). Razlikuju se uzorci 10A-G i 10A-Z te 10A-S i 10A-Z.

*Tabela 3.36. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za magenta boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine*

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
5A-G 5A-S 5A-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	magenta	A	„crna“	16.3861	0.0000
11A-G 11A-S 11A-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	5.8253	0.0543

Iz slika 3.12., 3.18. i 3.24., koje grafički prikazuju distribuciju podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za magenta boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine, uočava se ista vrijednost medijana (1,4) kod svih istraživanih medija i obje boje pozadine, osim u slučaju kada je boja pozadine „crna“ kod zaslona računala te medijan ima vrijednost 2,6. Vrijednosti distribuiranih podataka su pretežito više raspršene u svim slučajevima.

Statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za magenta boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ) postoji. Razlikuju se uzorci 5A-S i 5A-Z. Statistički značajna razlika na komplementarnoj boji pozadine između uzoraka ne postoji ( $p=0.0543$ ). (tabela 3.36.)

Tabela 3.37. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

UZORAK	Medij	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
6A-G 6A-S 6A-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala	žuta	A	„crna“	14.9802	0.0000
12A-G 12A-S 12A-Z	Gloss papir Semimatte papir zaslon računala			komplementarna	2.3975	0.3016

Analizom pravokutnih dijagrama na slikama 3.13., 3.19. i 3.25. kojima je prikazan intenzitet efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o mediju za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine, može se uočiti kako maksimalna dobivena vrijednost medijana iznosi 2,1 kod zaslona računala za „crnu“ boju pozadine. Minimalne vrijednosti medijana iznose 0 i uočene su na Gloss papiru i „crnu“ boju pozadine te na Semimatte papiru i obje boje pozadine. Vrijednosti distribuiranih podataka su raspršene u svim slučajevima.

Podaci iz tabele 3.37. ukazuju na statistički značajne razlike u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na medij za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ boju pozadine ( $p=0.0000$ ). Razlikuju se uzorci 6A-G i 6A-Z te 6A-S i 6A-Z. Statistički značajna razlika na komplementarnoj boji pozadine između uzoraka ne postoji ( $p=0.3016$ ).

Provedeno istraživanje utjecaja medija kao varijable na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije ukazuje kako postoji statistički značajna razlika u vrednovanju intenziteta istraživnog efekta u većini slučajeva suptraktivnih medija (Gloss i Semimate papir) u odnosu na aditivni medij (zaslon računala).

Potvrđeno je kako je intenzitet efekta neonskog proširivanja boje na aditivnom mediju – zaslonu računala veći nego je to slučaj kada se efekt istražuje na suptraktivnim medijima – tiskovne podloge. Objašnjenje takvog rezultata istraživanja može se pronaći u činjenici kako se radi o emisionom izvoru svjetla kod kojeg ne dolazi do oduzimanja pojedinih područja valnih duljina vidljive svjetlosti odnosno selektivne apsorpcije, a time su i gubici informacija o boji manji [67]. Rezultati istraživanja ne ukazuju na moguće statistički značajne razlike u manifestaciji efekta neonskog proširivanja boje na Gloss i Semimatte papiru.

Uočene su pravilnosti utjecaja medija kao varijable kod pojedinih boja umetnutog segmenta na Ehrenstein uzorku neovisno o boji pozadine i izvoru svjetla. Rezultati istraživanja su pokazali da kod svih medija zelena i magenta boja umetnutog segmenta induciraju najveći efekt, dok se najmanje vrijednosti intenziteta efekta zamijevaju kod plave boje umetnutog segmenta. Izraženije odstupanje je uočeno kod zelene boje umetnutog segmenta na komplementarnoj boji pozadine, kod svih izvora svjetla, gdje položajne srednje vrijednosti pokazuju kako efekt nije manifestiran. Nije pronađena čvrsta poveznica kojoj bi se moglo pripisati takovo odstupanje od zapaženih pravilnosti.

### **Utjecaj kombinacije odabira boja primarnog stimulusa na intenzitet efekta**

#### **a) Utjecaj boje pozadine primarnog stimulusa**

U nastavku su promatrane statistički značajne razlike u intenzitetu efekta neonskog proširivanja boje obzirom na boju pozadine („crna“ i komplementarna), za određenu boju umetnutog segmenta (crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu), izvore svjetla D65, CWF i A te *medij Gloss papir*. Grafički prikaz distribucije podataka dan je na slikama 3.8. – 3.25. Diskusija distribucije podataka u smislu izdvajanja rubnih položajnih srednjih vrijednosti (medijana) te opisa raspona srednjih 50% podataka (interkvartilni rasponi podataka) koji govore o raspršenosti podataka, istovjetna je diskusiji u poglavlju „*Utjecaj ambijentalnih uvjeta promatranja na intenzitet efekta*“ pa stoga nije bilo potrebe iznositi je i u ovom poglavlju.

U tabelama 3.38. – 3.43. dati su rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta *ovisno o boji pozadine* („crna“ i komplementarna), za određenu boju umetnutog segmenta, *medij Gloss papir* te D65, CWF i A izvore svjetla.

#### **LEGENDA (tabele):**

**Z** – rezultat Mann-Whitney testa

**p** – p vrijednost

Tabela 3.38. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za crvenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
GD-1 GD-7	„crna“ komplementarna	crvena	Gloss papir	D65	5.4415	0.0000
GF-1 GF-7	„crna“ komplementarna			CWF	2.2392	0.0251
GA-1 GA-7	„crna“ komplementarna			A	0.0544	0.9566

Razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za crvenu boju umetnutog segmenta, medij Gloss papir, izvore svjetla D65 i CWF je statistički značajna ( $p=0.0000$ , odnosno  $p=0.0251$ ), dok za izvor svjetla A razlika nije statistički značajna ( $p=0.9566$ ). (tabela 3.38.)

Tabela 3.39. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za zelenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
GD-2 GD-8	„crna“ komplementarna	zelena	Gloss papir	D65	4.5684	0.0000
GF-2 GF-8	„crna“ komplementarna			CWF	5.2590	0.0000
GA-2 GA-8	„crna“ komplementarna			A	4.2453	0.0000

Prema rezultatima Mann-Whitney testa iz tabele 3.39., razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za zelenu boju umetnutog segmenta, medij Gloss papir, izvore svjetla D65, CWF i A je statistički značajna ( $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ).

Tabela 3.40. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za plavu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
<b>GD-3</b> <b>GD-9</b>	„crna“ komplementarna	plava	Gloss papir	D65	4.7775	0.0000
<b>GF-3</b> <b>GF-9</b>	„crna“ komplementarna			CWF	0.6273	0.5305
<b>GA-3</b> <b>GA-9</b>	„crna“ komplementarna			A	-0.0376	0.9700

Prema rezultatima Mann-Whitney testa iz tabele 3.40., razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za plavu boju umetnutog segmenta, medij Gloss papir, izvor svjetla D65 je statistički značajna ( $p=0.0000$ ), dok za izvore svjetla CWF i A nije statistički značajna ( $p=0,5305$ ,  $p=0.9700$ ).

Tabela 3.41. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za cyan boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
<b>GD-4</b> <b>GD-10</b>	„crna“ komplementarna	cyan	Gloss papir	D65	3.4395	0.0000
<b>GF-4</b> <b>GF-10</b>	„crna“ komplementarna			CWF	4.4665	0.0000
<b>GA-4</b> <b>GA-10</b>	„crna“ komplementarna			A	3.8546	0.0000

Statistički su značajne razlike u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za cyan boju umetnutog segmenta, medij Gloss papir, izvore svjetla D65, CWF i A ( $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ). (tabela 3.41.)

Tabela 3.42. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za magenta boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
GD-5 GD-11	„crna“ komplementarna	magenta	Gloss papir	D65	6.2104	0.0000
GF-5 GF-11	„crna“ komplementarna			CWF	2.0642	0.0390
GA-5 GA-11	„crna“ komplementarna			A	0.5411	0.5884

Postoji statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za magenta boju umetnutog segmenta, medij Gloss papir, izvore svjetla D65 i CWF ( $p=0.0000$ ,  $p=0.0390$ ). Razlika nije statistički značajna za izvor svjetla A ( $p=0.5884$ ). (tabela 3.42.)

Tabela 3.43. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za žutu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
GD-6 GD-12	„crna“ komplementarna	žuta	Gloss papir	D65	0.1812	0.8562
GF-6 GF-12	„crna“ komplementarna			CWF	-0.7648	0.4444
GA-6 GA-12	„crna“ komplementarna			A	-2.0537	0.0400

Tabela 3.43. ukazuje da statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za žutu boju umetnutog segmenta, medij Gloss papir, izvore svjetla D65 i CWF ne postoji ( $p=0.8562$ ,  $p=0.4444$ ). Razlika postoji za izvor svjetla A ( $p=0.0400$ ).

Nadalje, promatrane su statistički značajne razlike u intenzitetu efekta **obzirom na boju pozadine** („crna“ i komplementarna), za određenu boju umetnutog segmenta (crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu), izvore svjetla D65, CWF i A te **medij Semimatte papir**. Tabele 3.44. – 3.49. prikazuju rezultate primijenjenog Mann-Whitney testa.



Tabela 3.44. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za crvenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
SD-1 SD-7	„crna“ komplementarna	crvena	Semimatte papir	D65	4.8402	0.0000
SF-1 SF-7	„crna“ komplementarna			CWF	2.2705	0.0232
SA-1 SA-7	„crna“ komplementarna			A	0.9423	0.3461

Razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za crvenu boju umetnutog segmenta, medij Semimatte papir, izvore svjetla D65 i CWF je statistički značajna ( $p=0.0000$ ,  $p=0.0232$ ). Za izvor svjetla A razlika nije statistički značajna ( $p=0.3461$ ). (tabela 3.44.)

Tabela 3.45. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za zelenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
SD-2 SD-8	„crna“ komplementarna	zelena	Semimatte papir	D65	5.2828	0.0000
SF-2 SF-8	„crna“ komplementarna			CWF	5.6570	0.0000
SA-2 SA-8	„crna“ komplementarna			A	6.0409	0.0000

Podaci iz tabele 3.45. daju zaključak da su statistički značajne razlike u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za zelenu boju umetnutog segmenta, medij Semimatte papir, izvore svjetla D65, CWF i A ( $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ).

Tabela 3.46. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za plavu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
SD-3 SD-9	„crna“ komplementarna	plava	Semimatte papir	D65	4.2340	0.0000
SF-3 SF-9	„crna“ komplementarna			CWF	-2.0496	0.0404
SA-3 SA-9	„crna“ komplementarna			A	-2.0358	0.0418

Statistički su značajne razlike u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za plavu boju umetnutog segmenta, medij Semimatte papir, izvore svjetla D65, CWF i A ( $p=0.0000$ ,  $p=0.0404$ ,  $p=0.0418$ ). (tabela 3.46.)

Tabela 3.47. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za cyan boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
SD-4 SD-10	„crna“ komplementarna	cyan	Semimatte papir	D65	5.1262	0.0000
SF-4 SF-10	„crna“ komplementarna			CWF	6.1376	0.0000
SA-4 SA-10	„crna“ komplementarna			A	5.4635	0.0000

Rezultati Mann-Whitney testa iz tabele 3.47. govore da su statistički značajne razlike u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za cyan boju umetnutog segmenta, medij Semimatte papir, izvore svjetla D65, CWF i A ( $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ).

Tabela 3.48. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za magenta boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
SD-5 SD-11	„crna“ komplementarna	magenta	Semimatte papir	D65	5.0477	0.0000
SF-5 SF-11	„crna“ komplementarna			CWF	3.7399	0.0000
SA-5 SA-11	„crna“ komplementarna			A	-0.3402	0.7337

Statistički su značajne razlike u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za magenta boju umetnutog segmenta, medij Semimatte papir, izvore svjetla D65 i CWF ( $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ). Razlika za izvor svjetla A nije statistički značajna ( $p=0.7337$ ). (tabela 3.48.)

Tabela 3.49. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za žutu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
SD-6 SD-12	„crna“ komplementarna	žuta	Semimatte papir	D65	3.1869	0.0014
SF-6 SF-12	„crna“ komplementarna			CWF	-0.1200	0.9045
SA-6 SA-12	„crna“ komplementarna			A	-0.2519	0.8011

Statistički je značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za žutu boju umetnutog segmenta, medij Semimatte papir i izvor svjetla D65 ( $p=0.0014$ ). Razlike u intenzitetu efekta za izvore svjetla CWF i A nisu statistički značajne ( $p=0.9045$ ,  $p=0.8011$ ). (tabela 3.49.)

U konačnici su analizirane statistički značajne razlike u intenzitetu efekta **obzirom na boju pozadine** („crna“ i komplementarna), za određenu boju umetnutog segmenta (crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu), izvor svjetla D65, CWF i A te **medij zaslon računala**. Rezultati testiranja dati su u tabelama 3.50. – 3.55.

Tabela 3.50. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za crvenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
ZD-1 ZD-7	„crna“ komplementarna	crvena	zaslon računala	D65	3.9486	0.0000
ZF-1 ZF-7	„crna“ komplementarna			CWF	5.9204	0.0000
ZA-1 ZA-7	„crna“ komplementarna			A	5.6777	0.0000

Razlika u intenzitetu efekta, sukladno podacima iz tabele 3.50., između uzoraka obzirom na boju pozadine za crvenu boju umetnutog segmenta, medij zaslon računala, izvore svjetla D65, CWF i A je statistički značajna ( $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ).

Tabela 3.51. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za zelenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
ZD-2 ZD-8	„crna“ komplementarna	zelena	zaslon računala	D65	4.9788	0.0000
ZF-2 ZF-8	„crna“ komplementarna			CWF	4.9342	0.0000
ZA-2 ZA-8	„crna“ komplementarna			A	5.1568	0.0000

Prema podacima iz tabele 3.51., razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za zelenu boju umetnutog segmenta, medij zaslon računala, izvore svjetla D65, CWF i A potvrđena je statistički značajnom ( $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ).

Tabela 3.52. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za plavu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
ZD-3 ZD-9	„crna“ komplementarna	plava	zaslon računala	D65	3.0620	0.0022
ZF-3 ZF-9	„crna“ komplementarna			CWF	5.4008	0.0000
ZA-3 ZA-9	„crna“ komplementarna			A	3.7387	0.0000

Utvrđena je statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za plavu boju umetnutog segmenta, medij zaslon računala, izvore svjetla D65, CWF i A ( $p=0.0022$ ,  $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ). (tabela 3.52.)

Tabela 3.53. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za cyan boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
ZD-4 ZD-10	„crna“ komplementarna	cyan	zaslon računala	D65	2.1897	0.0285
ZF-4 ZF-10	„crna“ komplementarna			CWF	5.0795	0.0000
ZA-4 ZA-10	„crna“ komplementarna			A	4.2728	0.0000

Razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za cyan boju umetnutog segmenta, medij zaslon računala, izvore svjetla D65, CWF i A je statistički značajna ( $p=0.0285$ ,  $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ). (tabela 3.53.)

Tabela 3.54. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za magenta boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
ZD-5 ZD-11	„crna“ komplementarna	magenta	zaslon računala	D65	5.1183	0.0000
ZF-5 ZF-11	„crna“ komplementarna			CWF	3.7505	0.0000
ZA-5 ZA-11	„crna“ komplementarna			A	5.3032	0.0000

Tabela 3.54. ukazuje da je statistički značajna razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za magenta boju umetnutog segmenta, medij zaslon računala, izvore svjetla D65, CWF i A ( $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ,  $p=0.0000$ ).

Tabela 3.55. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za žutu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

UZORAK	Pozadina	Boja umetnutog segmenta	Medij	Izvor svjetla	Mann-Whitney test	
					Z	p
ZD-6 ZD-12	„crna“ komplementarna	žuta	zaslon računala	D65	1.5342	0.1250
ZF-6 ZF-12	„crna“ komplementarna			CWF	0.9174	0.3589
ZA-6 ZA-12	„crna“ komplementarna			A	2.2397	0.0251

Razlika u intenzitetu efekta između uzoraka obzirom na boju pozadine za žutu boju umetnutog segmenta, medij zaslon računala, izvore svjetla D65 i CWF nije statistički značajna ( $p=0.1250$ ,  $p=0.3589$ ), dok je za izvor svjetla A razlika statistički značajna ( $p=0.0251$ ). (tabela 3.55.)

Detaljnim uvidom u rezultate analize statistički značajnih razlika u intenzitetu efekta neonskog proširivanja boje obzirom na boju pozadine („crna“ i komplementarna) može se zaključiti kako je dokazan utjecaj „crne“ i komplementarnih boja pozadine Ehrenstein uzorka na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje na tiskovnim podlogama (Gloss i Semimatte papir) i zaslonu računala.

Statističkim testiranjem dobivene su vrijednosti medijana na razini jednakoj nuli u većem broju slučajeva za boju pozadine komplementarnu boji umetnutog segmenta (23 x vrijednost medijana je jednaka 0), nego u situacijama kada je boja pozadine „crna“ (6 x vrijednost medijana je jednaka 0). Pri tome je izraženije veći broj medijana jednak 0 zabilježen kod suptraktivnih medija (Gloss i Semimatte papir) u odnosu na aditivni medij (zaslon računala).

Navedeno razmatranje potvrđuje da je utjecaj boje pozadine Ehrenstein uzorka na intenzitet istraživanog efekta izraženiji kod „crne“ boje pozadine nego kod komplementarne boje pozadine. Dokazan je veći broj statistički značajnih razlika u utjecaju boje pozadine Ehrenstein uzorka („crna“ i komplementarna) na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje kod tiskovnih podloga nego je to u slučaju kada se kao medij koristi zaslon računala.

Istraživanjem efekta neonskog proširivanja boje u sklopu radova [7] i [25] dokazano je kako komplementarne boje pozadine na Ehrenstein uzorku daju najizraženiji utjecaj na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje. U sklopu ovog doktorskog rada potvrđeno je da je korištenjem „crne“ boje pozadine taj utjecaj još veći.

Dobivene rezultate istraživanja može se objasniti i spoznajom da „crna“ boja nije definirana dominantnom valnom duljinom [42]. Apsorpcija svjetlosti svih valnih duljina vidljivog dijela spektra svjetlosti na površini stimulusa „crne“ boje je najveća (ujedno i najmanja refleksija svjetlosti). Time se može objasniti naglašeniji utjecaj „crne“ boje na induciranje većeg intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u odnosu na utjecaj koji imaju komplementarne boje pozadine.

Uočeno je da je intenzitet efekta pod utjecajem boje pozadine najveći kod magenta boje i zelene boje umetnutog segmenta na Ehrenstein uzorku, a najmanji kod plave boje umetnutog segmenta. Odstupanje od ove pravilnosti je naglašenije kod zelene boje umetnutog segmenta i komplementarne boje pozadine gdje rezultati istraživanja ukazuju kako nije percipirano prividno proširenje zelene boje od strane ispitanika, čime nije zabilježena kolorimetrijska razlika boja  $\Delta E^*_{94}$ . Dobiveni rezultati mogu se pripisati saznanjima o distribuciji čunjića u ljudskom oku – procjenjuje se da za vidni kut  $1^\circ$  postoji oko 7% S čunjića odgovornih za viđenje plave boje, te da L čunjića koji omogućuju viđenje crvene boje ima 1,5 puta više nego M čunjića zahvaljujući kojima dolazi do viđenja zelene boje [106].

## b) Utjecaj boje umetnutog segmenta primarnog stimulusa

Testirane su statistički značajne razlike u intenzitetu efekta *obzirom na boju umetnutog segmenta* (crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu), *izvor svjetla D65*, medije Gloss papir, Semimatte papir i zaslon računala te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu.

Tabela 3.56. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla D65, medij Gloss papir te „crnu“ odnosno komplementarnu pozadinu

UZORAK	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
DG-1 DG-2 DG-3 DG-4 DG-5 DG-6	crvena zelena plava cyan magenta žuta	D65	Gloss papir	„crna“	55.4848	0.0000
DG-7 DG-8 DG-9 DG-10 DG-11 DG-12	crvena zelena plava cyan magenta žuta			komplementarna		

Slike 3.8. - 3.13. daju grafički prikaz distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o boji umetnutog segmenta za Gloss papir kao medij, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine. Zamjećuje se kako je maksimalna greška u percepciji boje potvrđena kod magenta boje umetnutog segmenta i „crne“ boje pozadine (iznos medijana je 2,8). Najmanja vrijednost medijana (0) uočena je kod komplementarne boje pozadine za crvenu, zelenu, plavu i magenta boju umetnutog segmenta. Vrijednosti distribuiranih podataka pokazuju raspršenost u svim slučajevima osim kod crvene i plave boje umetnutog segmenta na Ehrenstein uzorku i komplementarne boje pozadine gdje su vrijednosti srednjih 50% podataka na razini medijana.

Statistički je značajna razlika u intenzitetu efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla D65, medij Gloss papir te „crnu“ ( $p=0.0000$ ) odnosno komplementarnu pozadinu ( $p=0.0000$ ). Značajne su razlike između uzoraka DG-1 i DG-5, DG-2 i DG-3, DG-2 i DG-6, DG-3 i DG-5, DG-4 i DG-5, DG-5 i DG-6 te između DG-7 i DG-10, DG-7 i DG-12, DG-8 i DG-9, DG-9 i DG-10, DG-9 i DG-12. (tabela 3.56.)



Tabela 3.57. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla D65, medij Semimatte papir te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu

UZORAK	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
DS-1	crvena	D65	Semimatte papir	„crna“	62.5333	0.0000
DS-2	zelena					
DS-3	plava					
DS-4	cyan					
DS-5	magenta					
DS-6	žuta					
DS-7	crvena			komplementarna	28.0096	0.0000
DS-8	zelena					
DS-9	plava					
DS-10	cyan					
DS-11	magenta					
DS-12	žuta					

Na slikama 3.14. - 3.19. grafički je prikazana distribucija podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o boji umetnutog segmenta za Semimatte papir kao medij, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine. Najveće vrijednosti medijana mogu se uočiti za zelenu (2,7) i magenta (2,6) boje umetnutog segmenta i „crnu“ boju pozadine Ehrenstein uzorka. Vrijednost medijana 0 zamijećena je kod komplementarne boje pozadine za crvenu, plavu, magenta i žutu boju umetnutog segmenta. Vrijednosti distribuiranih podataka raspršene su u svim slučajevima osim kod crvene i plave boje umetnutog segmenta te komplementarne boje pozadine gdje su vrijednosti srednjih 50% podataka koncentrirane oko vrijednosti medijana.

Potvrđena je statistički značajna razlika u intenzitetu efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla D65, medij Semimatte papir te „crnu“ ( $p=0.0000$ ) odnosno komplementarnu pozadinu ( $p=0.0000$ ). Značajne su razlike između uzoraka DS-1 i DS-2, DS-1 i DS-6, DS-2 i DS-3, DS-2 i DS-4, DS-2 i DS-6, DS-3 i DS-5, DS-5 i DS-6 te između DS-7 i DS-8, DS-7 i DS-10, DS-8 i DS-9, DS-9 i DS-10. (tabela 3.57.)

Tabela 3.58. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla D65, medij zaslon računala te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu

UZORAK	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
DZ-1	crvena	D65	zaslon računala	„crna“	70.9665	0.0000
DZ-2	zelena					
DZ-3	plava					
DZ-4	cyan					
DZ-5	magenta					
DZ-6	žuta					
DZ-7	crvena			komplementarna	20.1789	0.0012
DZ-8	zelena					
DZ-9	plava					
DZ-10	cyan					
DZ-11	magenta					
DZ-12	žuta					

Analiza distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o boji umetnutog segmenta za zaslon računala kao medij, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine (slike 3.20. - 3.25.) ukazuje kako je kod većine boja umetnutog segmenta došlo do greške u percepciji boje. Najveća greška ustanovljena je za zelenu boju umetnutog segmenta i „crnu“ boju pozadine gdje je vrijednost medijana 3,8. S druge strane, greška u percepciji nije ustanovljena za crvenu i magenta boju umetnutog segmenta i komplementarnu boju pozadine (vrijednost medijana je 0). Disperzija podataka uočava se u svim situacijama.

Podaci iz tabele 3.58. potvrđuju da je statistički značajna razlika u intenzitetu efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla D65, medij zaslon računala te „crnu“ ( $p=0.0000$ ) odnosno komplementarnu pozadinu ( $p=0.0012$ ). Značajne su razlike između uzoraka DZ-1 i DZ-2, DZ-1 i DZ-4, DZ-2 i DZ-3, DZ-2 i DZ-4, DZ-2 i DZ-6, DZ-3 i DZ-5, DZ-4 i DZ-5 te između DZ-8 i DZ-10, DZ-8 i DZ-11.

Provedeno je također testiranje statistički značajnih razlika u intenzitetu efekta **obzirom na boju umetnutog segmenta** (crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu), **izvor svjetla CWF**, medije Gloss papir, Semimatte papir i zaslon računala te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu.

Tabela 3.59. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla CWF, medij Gloss papir te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu

UZORAK	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
FG-1	crvena	CWF	Gloss papir	„crna“	57.8321	0.0000
FG-2	zelena					
FG-3	plava					
FG-4	cyan					
FG-5	magenta					
FG-6	žuta					
FG-7	crvena			komplementarna	26.6130	0.0000
FG-8	zelena					
FG-9	plava					
FG-10	cyan					
FG-11	magenta					
FG-12	žuta					

Grafički prikaz distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o boji umetnutog segmenta za Gloss papir kao medij, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine dan je na slikama 3.8. - 3.13. Može se zapaziti najveća vrijednost medijana za zelenu boju umetnutog segmenta i „crnu“ boju pozadine (iznos medijana je 2,5), dok je najmanja vrijednost medijana (0) uočljiva za plavu boju umetnutog segmenta i obje boje pozadine te zelenu boju umetnutog segmenta i komplementarnu boju pozadine. Interkvartilni rasponi pokazuju kako podaci nisu raspršeni kod plave boje umetnutog segmenta za obje boje pozadine te kod zelene boje umetnutog segmenta za „crnu“ boju pozadine.

Statistički je značajna razlika u intenzitetu efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla CWF, medij Gloss papir te „crnu“ ( $p=0.0000$ ) odnosno komplementarnu pozadinu ( $p=0.0000$ ). Značajne su razlike između uzoraka FG-1 i FG-3, FG-2 i FG-3, FG-2 i FG-4, FG-2 i FG-6, FG-3 i FG-4, FG-3 i FG-5, FG-5 i FG-6. Značajne su razlike i između uzoraka FG-7 i FG-9, FG-9 i WFG-11, FG-9 i FG-12. (tabela 3.59.)

Tabela 3.60. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla CWF, medij Semimatte papir te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu

UZORAK	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
FS-1	crvena	CWF	Semimatte papir	„crna“	82.5614	0.0000
FS-2	zelena					
FS-3	plava					
FS-4	cyan					
FS-5	magenta					
FS-6	žuta					
FS-7	crvena			komplementarna	39.7223	0.0000
FS-8	zelena					
FS-9	plava					
FS-10	cyan					
FS-11	magenta					
FS-12	žuta					

Na slikama 3.14. - 3.19. grafički je prikazana distribucija podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o boji umetnutog segmenta za Semimatte papir kao medij, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine. Najveća vrijednost medijana (2,8) može se uočiti za zelenu boju umetnutog segmenta i „crnu“ boju pozadine Ehrenstein uzorka. Vrijednost medijana 0 zamijećena je kod komplementarne boje pozadine za zelenu, plavu i cyan boju umetnutog segmenta te kod „crne“ boje pozadine za plavu boju umetnutog segmenta. Vrijednosti distribuiranih podataka raspršene su u svim slučajevima osim kod plave boje umetnutog segmenta te „crne“ boje pozadine.

Intenzitet efekta ima utvrđeno statistički značajnu razliku ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla CWF, medij Semimatte papir te „crnu“ ( $p=0.0000$ ) odnosno komplementarnu pozadinu ( $p=0.0000$ ). Značajne su razlike između uzoraka FS-1 i FS-3, FS-1 i FS-6, FS-2 i FS-3, FS-2 i FS-4, FS-2 i FS-6, FS-3 i FS-4, FS-3 i FS-5, FS-5 i FS-6 te između FS-7 i FS-8, FS-7 i FS-9, FS-7 i FS-10, FS-7 i FS-12, FS-9 i FS-12, FS-10 i FS-11. (tabela 3.60.)

Tabela 3.61. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla CWF, medij zaslon računala te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu

UZORAK	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
FZ-1	crvena	CWF	zaslon računala	„crna“	86.1067	0.0000
FZ-2	zelena					
FZ-3	plava					
FZ-4	cyan					
FZ-5	magenta					
FZ-6	žuta					
FZ-7	crvena			komplementarna	35.3209	0.0000
FZ-8	zelena					
FZ-9	plava					
FZ-10	cyan					
FZ-11	magenta					
FZ-12	žuta					

Analiza distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o boji umetnutog segmenta za zaslon računala kao medij, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine (slike 3.20. - 3.25.) ukazuje kako je kod većine boja umetnutog segmenta došlo do greške u percepciji boje. Najveća greška ustanovljena je za zelenu boju umetnutog segmenta i „crnu“ boju pozadine gdje je vrijednost medijana 3,9. Greška u percepciji nije ustanovljena za plavu boju umetnutog segmenta i komplementarnu boju pozadine (vrijednost medijana je 0). Vrijednosti podataka raspršene su u svim kombinacijama.

Sukladno rezultatima Kruskal-Wallis testa iz tabele 3.61. statistički je značajna razlika u intenzitetu efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla CWF, medij zaslon računala te „crnu“ ( $p=0.0000$ ) odnosno komplementarnu pozadinu ( $p=0.0000$ ). Značajne su razlike između uzoraka FZ-1 i FZ-4, FZ-1 i FZ-6, FZ-2 i FZ-3, FZ-2 i FZ-4, FZ-2 i FZ-5, FZ-2 i FZ-6, FZ-3 i FZ-4, FZ-4 i FZ-5, FZ-5 i FZ-6. Na komplementarnoj podlozi su značajne razlike između uzoraka FZ-7 i FZ-8, FZ-8 i FZ-9, FZ-8 i 10, FZ-9 i FZ-11.

Utvrđivanje statistički značajnih razlika u intenzitetu efekta **obzirom na boju umetnutog segmenta** (crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu), **izvor svjetla A**, medije Gloss papir, Semimatte papir i zaslon računala te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu prikazano je tabelama 3.62. – 3.64.

Tabela 3.62. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla A, medij Gloss papir te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu

UZORAK	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
AG-1	crvena	A	Gloss papir	„crna“	40.5102	0.0000
AG-2	zelena					
AG-3	plava					
AG-4	cyan					
AG-5	magenta					
AG-6	žuta					
AG-7	crvena			komplementarna	50.0089	0.0000
AG-8	zelena					
AG-9	plava					
AG-10	cyan					
AG-11	magenta					
AG-12	žuta					

Distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o boji umetnutog segmenta za Gloss papir kao medij, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine grafički je prikazana na slikama 3.8. - 3.13. Najveća vrijednost medijana zamijećuje se za crvenu boju umetnutog segmenta i „crnu“ boju pozadine (iznos medijana je 2,6), dok je najmanja vrijednost medijana (0) uočena kod „crne“ boje pozadine za plavu i žutu boju umetnutog segmenta, a kod komplementarne boje pozadine za zelenu, plavu i cyan boju umetnutog segmenta. Vrijednosti podataka su raspršene u svim kombinacijama osim kod plave boje umetnutog segmenta za obje boje pozadine.

Kruskall-Wallis testom je utvrđena statistički značajna razlika u intenzitetu efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla A, medij Gloss papir te „crnu“ ( $p=0.0000$ ) odnosno komplementarnu pozadinu ( $p=0.0000$ ). Značajne su razlike između uzoraka AG-1 i AG-3, AG-1 i AG-6, AG-2 i AG-3, AG-2 i AG-6, AG-3 i AG-4, AG-3 i AG-5, AG-5 i AG-6, te između uzoraka AG-7 i AG-8, AG-7 i AG-9, AG-7 i AG-10, AG-8 i AG-11, AG-8 i AG-12, AG-9 i AG-11, AG-9 i AG-12, AG-10 i AG-11, AG-10 i AG-12. (tabela 3.62.)

Tabela 3.63. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla A, medij Semimatte papir te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu

UZORAK	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					<i>H</i>	<i>p</i>
AS-1	crvena	A	Semimatte papir	„crna“	68.6844	0.0000
AS-2	zelena					
AS-3	plava					
AS-4	cyan					
AS-5	magenta					
AS-6	žuta					
AS-7	crvena			komplementarna	59.9944	0.0000
AS-8	zelena					
AS-9	plava					
AS-10	cyan					
AS-11	magenta					
AS-12	žuta					

Vrijednosti distribuiranih podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o boji umetnutog segmenta za Semimatte papir kao medij, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine grafički su prikazane na slikama 3.14. - 3.19. Najveća greška u percepciji kod ispitanika zamijećuje se kod kombinacije zelene boje umetnutog segmenta i „crne“ boje pozadine, iskazano kroz vrijednost medijana 2,5. Može se također uočiti u 50% slučajeva kako određene boje umetnutog segmenta ne dovode do manifestacije istraživanog efekta. Vrijednosti medijana 0 dobivene su kod „crne“ boje pozadine za plavu i žutu boju umetnutog segmenta, te kod komplementarne boje pozadine za zelenu, plavu, cyan i žutu boju umetnutog segmenta. Podaci su koncentrirani oko vrijednosti medijana kod komplementarne boje pozadine za zelenu, plavu i cyan boju umetnutog segmenta, te kod „crne“ boje pozadine za plavu boju umetnutog segmenta. U ostalim slučajevima vrijednosti podataka su raspršene.

Statistički je značajna razlika u intenzitetu efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla A, medij Semimatte papir te „crnu“ ( $p=0.0000$ ) odnosno komplementarnu pozadinu ( $p=0.0000$ ). Značajne su razlike između uzoraka AS-1 i AS-3, AS-1 i AS-6, AS-2 i AS-3, AS-2 i AS-6, AS-3 i AS-4, AS-3 i AS-5, te uzoraka AS-7 i AS-8, AS-7 i AS-9, AS-7 i AS-10, AS-8 i AS-11, AS-9 i AS-11, AS-10 i AS-11, AS-10 i AS-12. (tabela 3.63.)

Tabela 3.64. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla A, medij zaslon računala te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu

UZORAK	Boja umetnutog segmenta	Izvor svjetla	Medij	Pozadina	Kruskal-Wallis test	
					H	p
AZ-1	crvena	A	zaslon računala	„crna“	60.5883	0.0000
AZ-2	zelena					
AZ-3	plava					
AZ-4	cyan					
AZ-5	magenta					
AZ-6	žuta					
AZ-7	crvena			komplementarna	13.6062	0.0183
AZ-8	zelena					
AZ-9	plava					
AZ-10	cyan					
AZ-11	magenta					
AZ-12	žuta					

Analiza distribucije podataka intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o boji umetnutog segmenta za zaslon računala kao medij, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine (slike 3.20. - 3.25.) ukazuje kako sve boje umetnutog segmenta dovode do greške u percepciji boje. Najveća greška ustanovljena je za zelenu boju umetnutog segmenta i „crnu“ boju pozadine gdje je vrijednost medijana 3,5, a najmanja vrijednost medijana uočena je za crvenu i cyan boju umetnutog segmenta pri komplementarnoj boji pozadine na Ehrenstein uzorku. Vrijednosti podataka raspršene su u svim kombinacijama osim za crvenu boju umetnutog segmenta pri komplementarnoj boji pozadine te zelenu boju umetnutog segmenta kod „crne“ boje pozadine.

Dokazana je statistički značajna razlika u intenzitetu efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla A, medij zaslon računala te „crnu“ ( $p=0.0000$ ) odnosno komplementarnu pozadinu ( $p= 0.0183$ ). Značajne su razlike između uzoraka AZ-1 i AZ-3, AZ-1 i AZ-4, AZ-1 i AZ-6, AZ-2 i AZ-3, AZ-2 i AZ-4, AZ-2 i AZ-6, AZ-4 i AZ-5, AZ-5 i AZ-6, te uzoraka AZ-7 i AZ-9, AZ-7 i AZ-10, AZ-7 i AZ-11, AZ-8 i AZ-12. (tabela 3.64.)

Na temelju iznesenih rezultata analize statistički značajnih razlika u intenzitetu efekta neonskog proširivanja boje između uzoraka primarno obzirom na odabir boje umetnutog segmenta na Ehrenstein uzorku, može se zaključiti kako je dokazan utjecaj različitih primarnih boja aditivne (crvena, zelena, plava) i suptraktivne sinteze (cyan, magenta, žuta) na veličinu intenziteta istraživanog efekta.



Ukoliko se promatraju položajne srednje vrijednosti u kolorimetrijskim odstupanjima manifestiranog efekta primarno s obzirom na boju umetnutog segmenta, vidljivo je da su najveće vrijednosti odstupanja dobivene u većini slučajeva kod magente i zelene boje umetnutog segmenta.

Percepcija manifestacije efekta neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije najmanje je izražena u većini slučajeva za plavu boju umetnutog segmenta. Poznata je činjenica o distribuciji čunjića u ljudskom oku [106] prema kojoj je procjena da za vidni kut  $1^{\circ}$  postoji 7% S čunjića (viđenje plave boje) te da L čunjića (viđenje crvene boje) ima 1,5 puta više nego M čunjića (zelena boja). Zbog toga ljudsko oko pokazuje veliku tromost za plavu boju što na određeni način pokazuje i rezultati istraživanja u ovom radu.

Kako su položajne srednje vrijednosti magnitude istraživanog efekta za žutu boju umetnutog segmenta također niske, može se pretpostaviti da je Heringova teorija (teorija suprotnih procesa boja), koja povezuje komplementarne boje, najvjerojatniji razlog za takove rezultate istraživanja [104]. Suprotni parovi boja pokazuju određeni obrazac u ponavljanju uravnoteženih rezultata istraživanja.

Uočena je i određena vrsta „anomalije“ u percepciji manifestiranog efekta za zelenu boju umetnutog segmenta na komplementarnoj boji pozadine, kod svih izvora svjetla, gdje položajne srednje vrijednosti pokazuju kako ispitanici nisu percipirali manifestaciju efekta. To je djelomično u suglasju s rezultatima istraživanja u radu Bressan P., „*A closer look at the dependence of neon color spreading on wavelength and illuminance*“ gdje je dokazano kako je intenzitet efekta slabi ili ga nema kada su valne duljine boje umetnutog segmenta u intervalu 500-580 nm [7]. Međutim, ovo istraživanje je dokazalo kako u situaciji korištenja „crne“ boje pozadine Ehrenstein uzorka intenzitet efekta za zelenu boju umetnutog segmenta daje veće vrijednosti medijana. Unatoč traženju objašnjenja takvih odstupanja za zelenu boju umetnutog segmenta, nije pronađena poveznica u okvirima poznatih spoznaja reprodukcije boje.

Ukoliko se uzme u obzir činjenica da su RGB i CMY boje (ispitivane u ovom radu) ujedno i primarne sintetizirajuće boje za niz emisionih (digitalnih), odnosno reflektivnih (tiskovnih) medija, razumljiva je potreba sagledavanja dobivenih rezultata s ciljem predviđanja i izračunavanja potencijalnih nesukladnosti prilikom reproduciranja slikovnih informacija na istima. Nužno je u situacijama u kojima želimo ostvariti korespondirajuću reprodukciju boja [44], a u kojima možemo predvidjeti pojavljivanja istraživanih geometrijskih struktura (Ehrenstein model) te različitih ambijentalnih uvjeta, provesti

linearizaciju. Također, navedene boje su osnovne boje u većini dizajnerskih kreacija, prve su u odabiru dizajnerskih rješenja za niz aditivnih i suptraktivnih medija, ali i cross-media reprodukcijских sustava uopće. Stoga je potrebno prilikom kreacije dizajnerskih oblika izbjegavati navedene geometrijske strukture ili unaprijed predvidjeti navedena odstupanja uzrokovana manifestacijom, u ovom radu istraživanoga, efekta neonskog proširivanja boje.

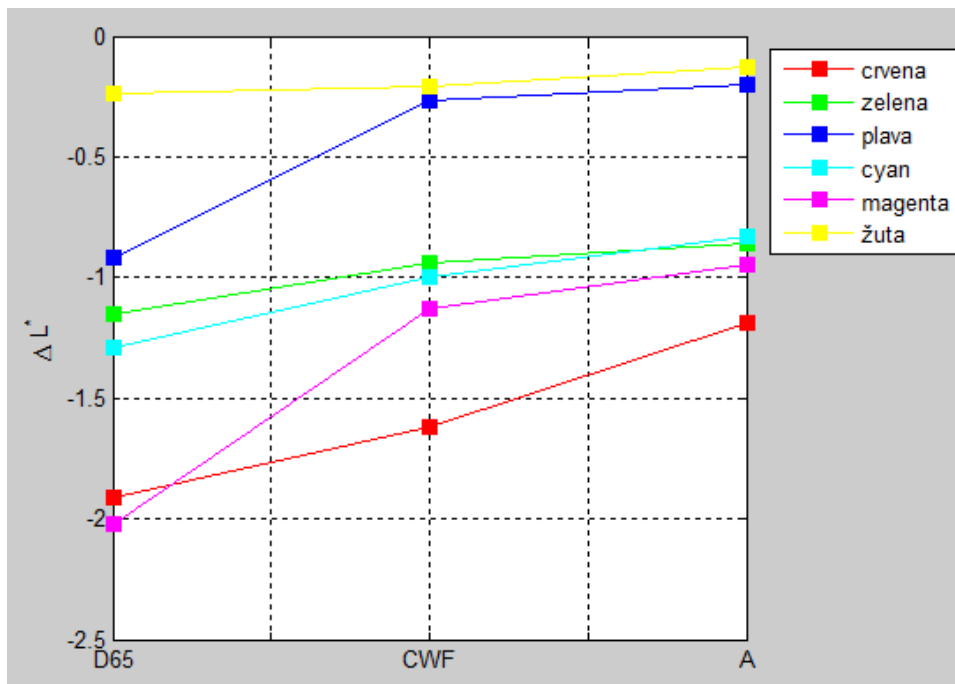
### 3.4.2. Pojavnost boje u efektu neonskog proširivanja boje

Grafički prikaz rezultata izračuna promjene percepcijskih atributa boje, sukladno postavljenim ciljanim parametrima istraživanja, dan je putem linijskih grafikona na slikama 3.26. – 3.31. (*promjena svjetline*), 3.32. – 3.37. (*promjena kromatičnosti*) i 3.38. – 3.43. (*promjena tona boje*). Vrijednosti pojedinog atributa date su unutar **Priloga B** na kraju rada.

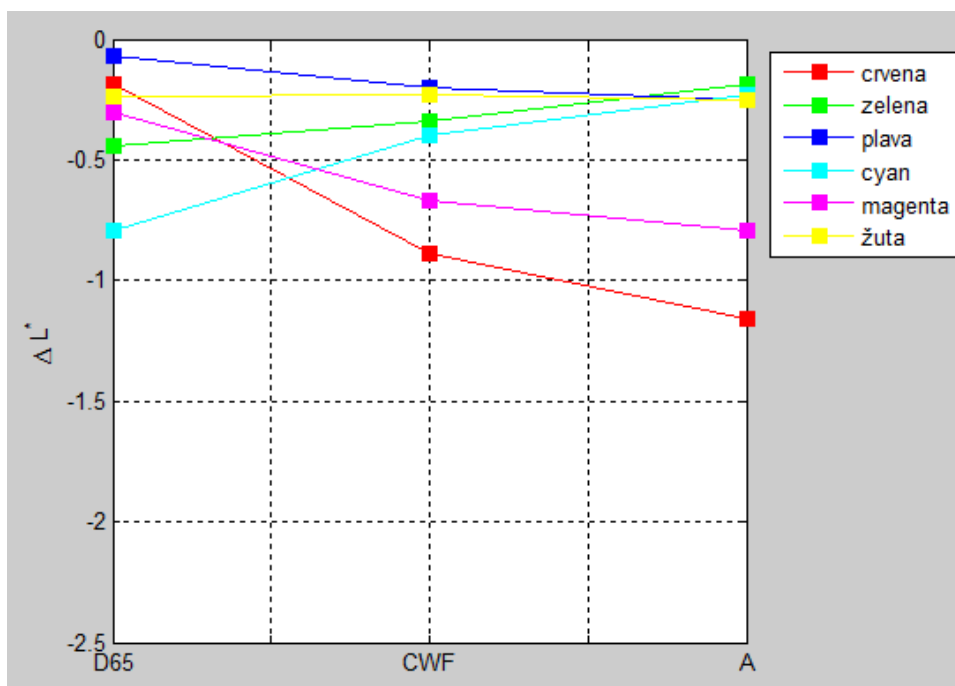
Pojedini grafikon daje usporedni prikaz promjene određenog percepcijskog atributa boje obzirom na standardne izvore svjetla (D65, CWF i A), za šest boja umetnutog segmenta (crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu), zadani medij (Gloss papir, Semimatte papir i zaslon računala) te određenu boju pozadine („crnu“ odnosno komplementarnu).

Pomnijim razmatranjem rezultata izračuna promjene percepcijskih atributa boje u istraživanom efektu neonskog proširivanja boje može se uočiti da se radi u većoj mjeri o promjeni kromatičnosti  $\Delta C_{ab}^*$ , zatim o promjeni svjetline  $\Delta L^*$ , a uglavnom u manjoj mjeri u promjeni tona  $\Delta H_{ab}^*$  u odnosu na prethodna dva atributa.

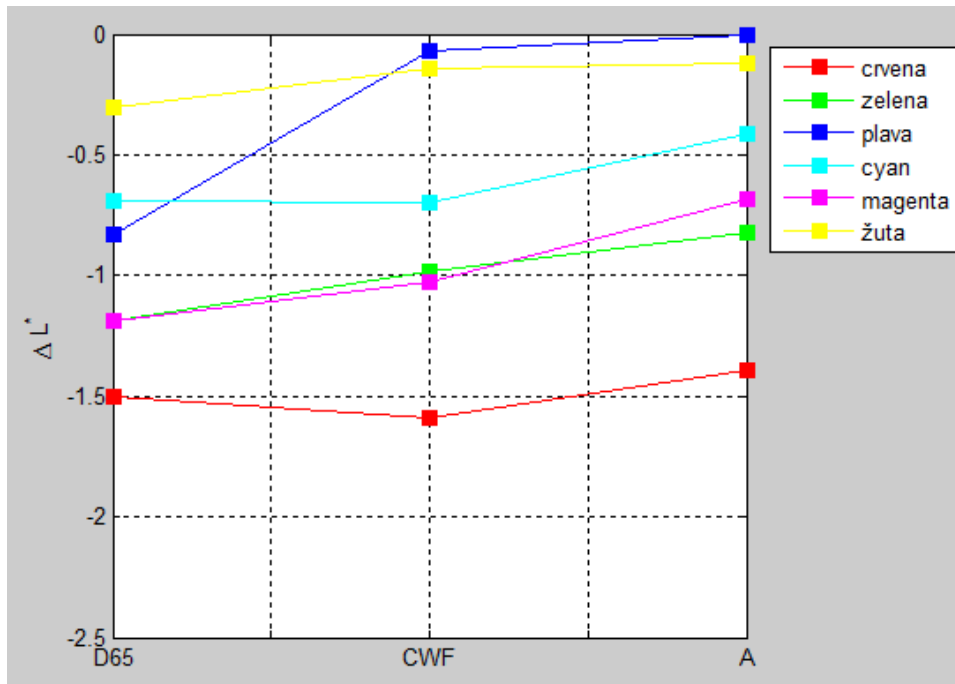
### Promjena svjetline $\Delta L^*$



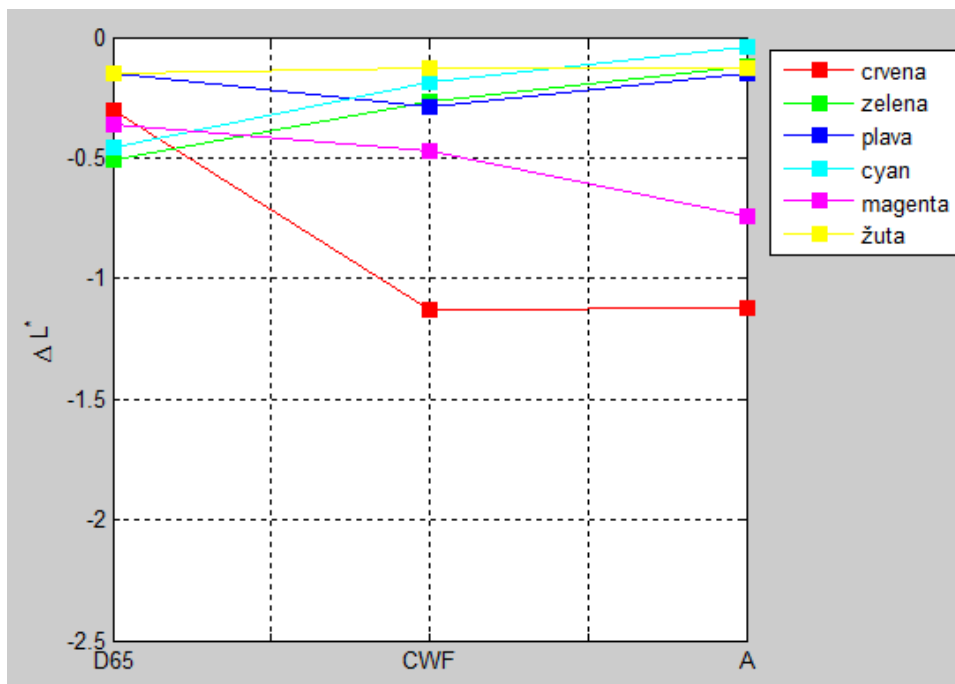
Slika 3.26. Promjena svjetline za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na Gloss papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla



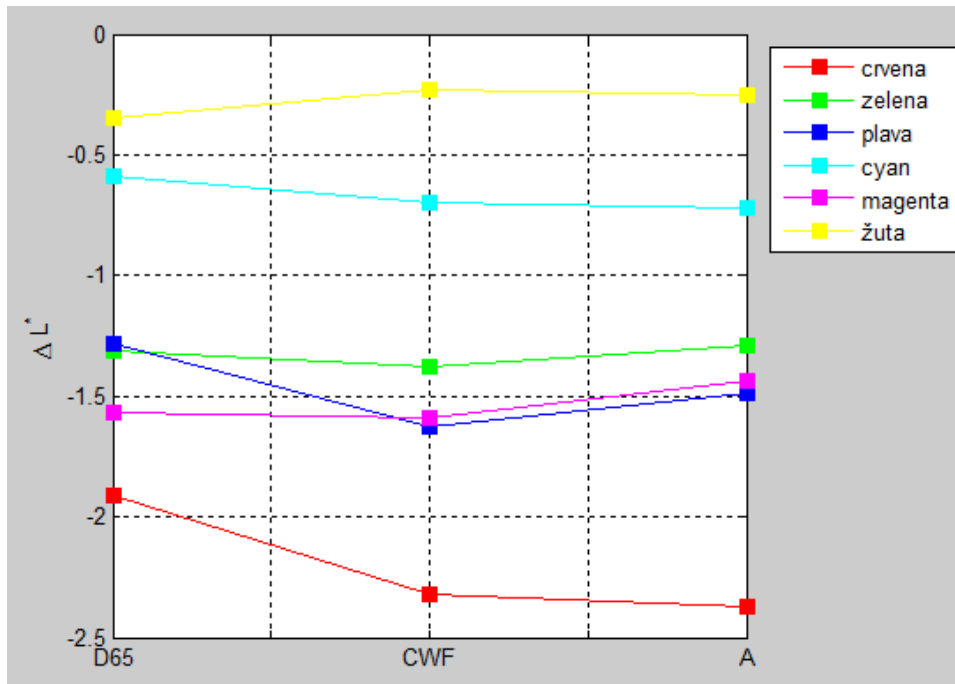
Slika 3.27. Promjena svjetline za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na Gloss papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla



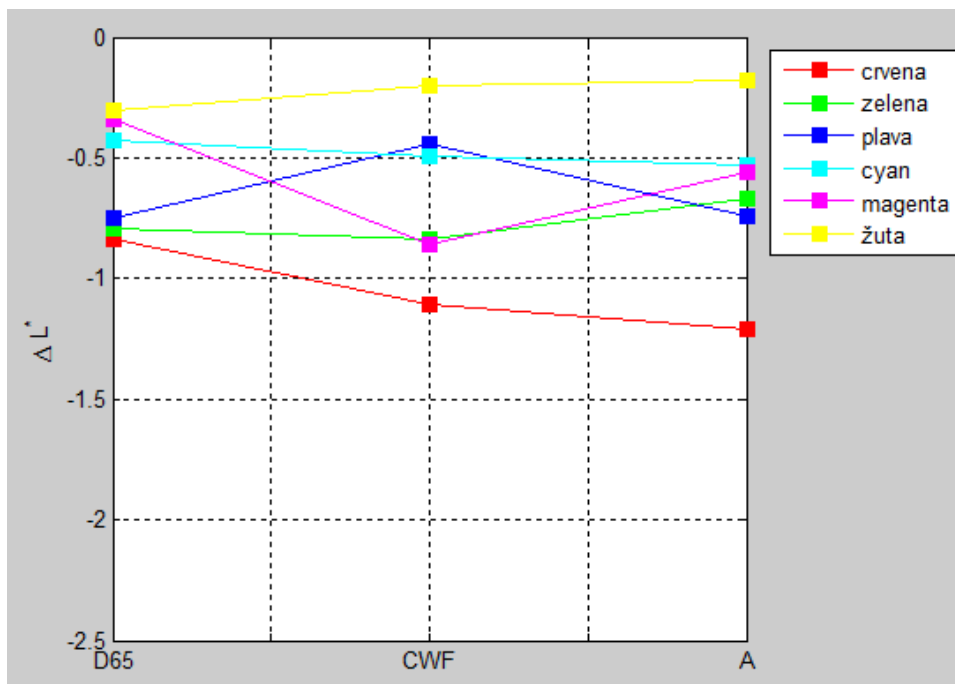
Slika 3.28. Promjena svjetline za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na Semimatte papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla



Slika 3.29. Promjena svjetline za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na Semimatte papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla



Slika 3.30. Promjena svjetline za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na zaslonu računala u ovisnosti o tri izvora svjetla



Slika 3.31. Promjena svjetline za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju boje umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na zaslonu računala u ovisnosti o tri izvora svjetla

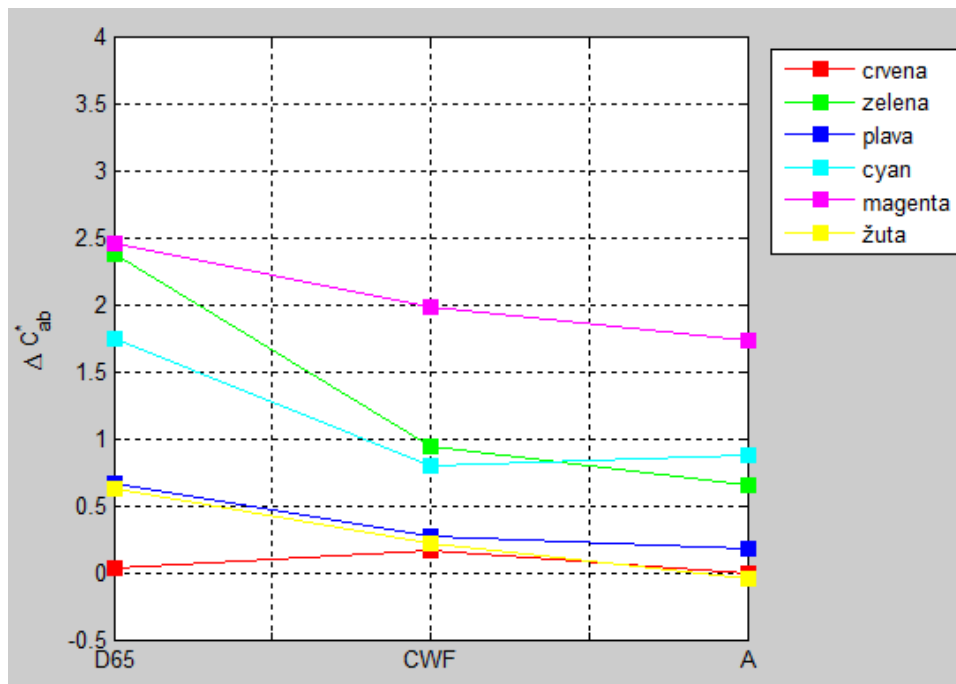
Slike 3.26. – 3.31. pokazuju kako su kod svih testnih uzoraka, kod svih parametara istraživanja, dobivene negativne vrijednosti razlike u svjetlini odnosno u promjeni svjetline  $\Delta L^*$ . To implicira da je mjereni stimulus (proširenje boje u efektu) tamniji od referentnog stimulusa (boja podloge, medija) [57]. Kako su vrijednosti svjetline boje pozadine vrlo visoke, s tendencijom ka vrijednostima idealne „bijele“ boje, prikazane promjene svjetline potvrđuju kako je kod ispitanika percipirana informacija o boji uslijed manifestacije efekta neonskog proširivanja boje.

Vrijednosti promjene svjetline  $\Delta L^*$  u većini slučajeva izraženije su za „crnu“ boju pozadine (vrijednosti promjene svjetline kreću se u većini slučajeva  $\Delta L^* = -2 - 0$ ) u odnosu na komplementarne boje pozadine (vrijednosti promjene svjetline kreću se u većini slučajeva  $\Delta L^* = -1 - 0$ ).

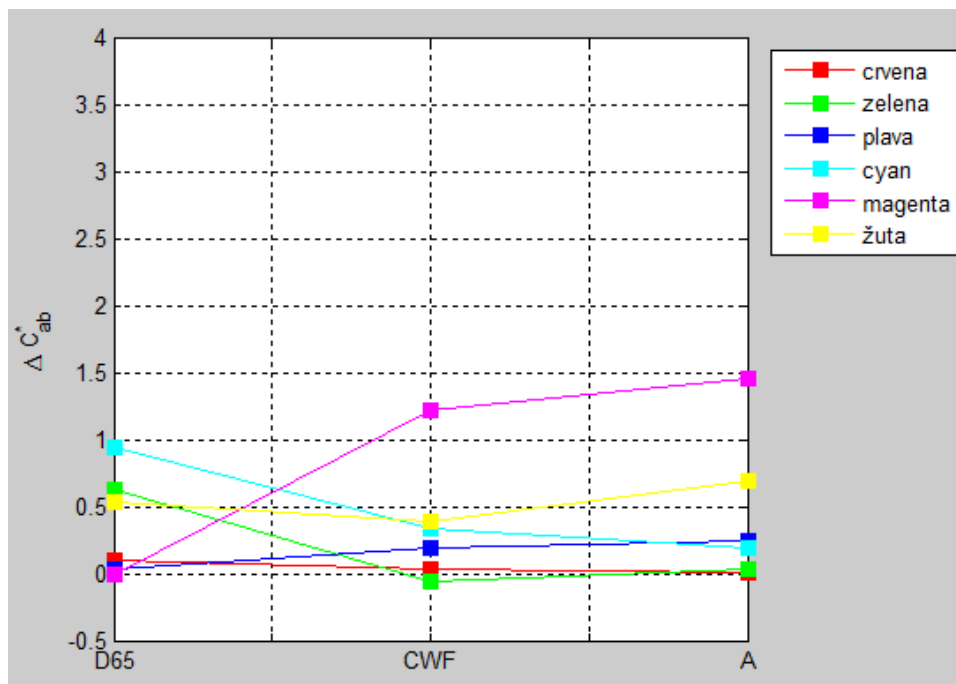
Najveće razlike u svjetlini zabilježene su za crvenu boju umetnutog segmenta Ehrenstein uzorka u većini slučajeva, neovisno o izvoru svjetla, boji pozadine i mediju. Kod žute boje uočene su najmanje razlike u svjetlini u većini slučajeva, neovisno o izvoru svjetla, boji pozadine i mediju, što odgovara činjenici da žutu boju odlikuje velika svjetlina pa je razlika u svjetlini žute boje u odnosu na „bijelu“ boju podloge najmanja.

Nije uočen jasan trend pravilnosti u promjeni svjetline u ovisnosti o izvoru svjetla kod Gloss i Seminatte papira kao medija. Zaslona računala kao medij pokazuje najujednačeniju promjenu svjetline obzirom na varijablu izvor svjetla. Rezultat korespondira spoznaji da se radi o aditivnom mediju kod kojeg do miješanja svjetlosnih podražaja dolazi bez modulacije pojedinih komponenti boje prije ulaska u ljudsko oko.

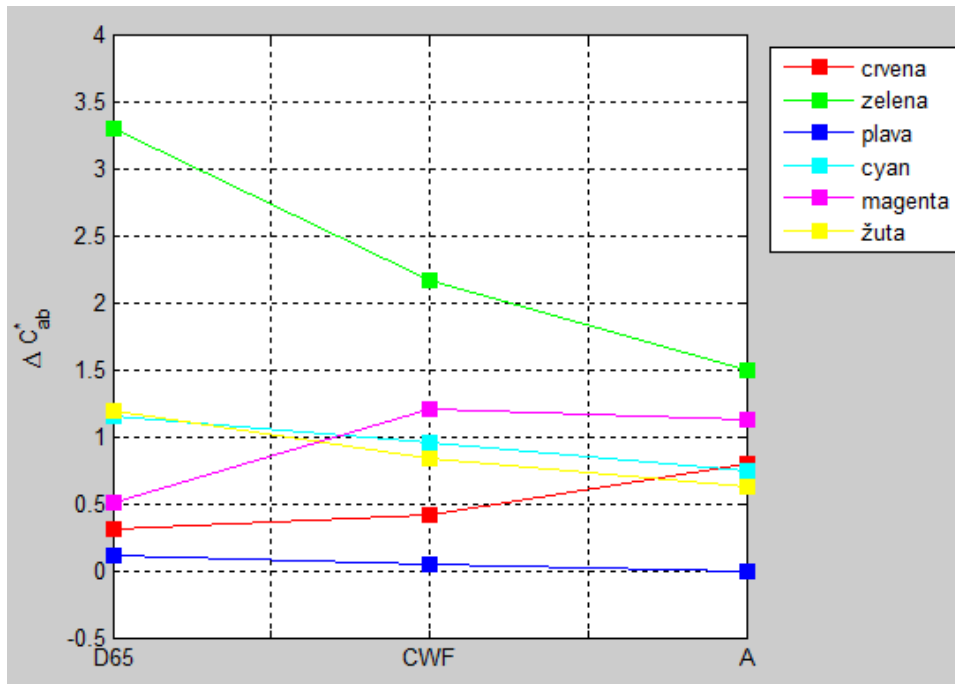
Promjena kromatičnosti  $\Delta C_{ab}^*$



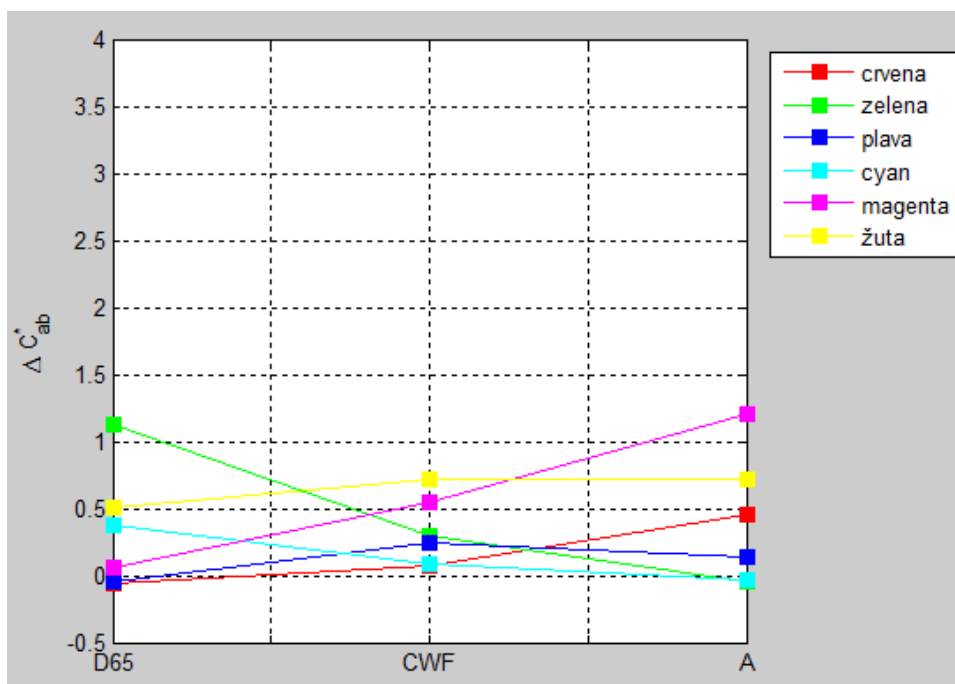
Slika 3.32. Promjena kromatičnosti za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na Gloss papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla



Slika 3.33. Promjena kromatičnosti za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na Gloss papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla

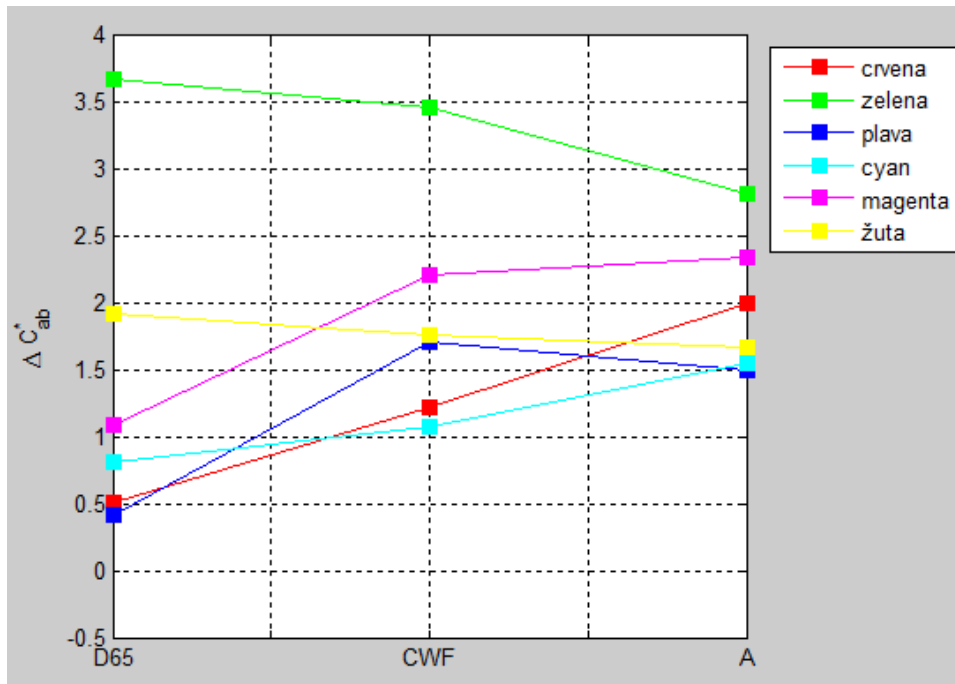


Slika 3.34. Promjena kromatičnosti za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na Semimatte papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla

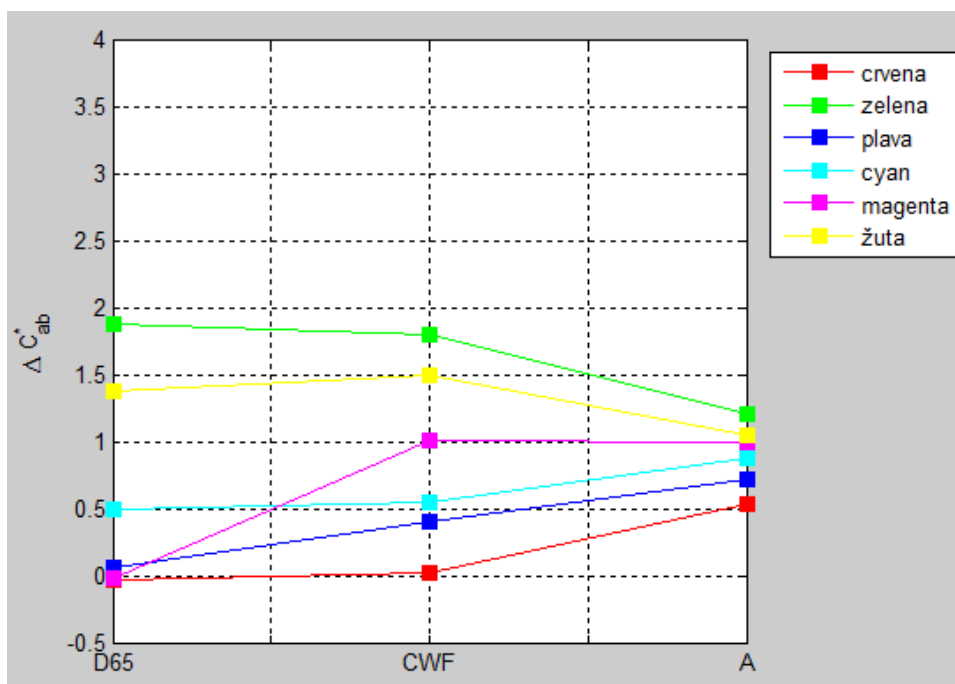


Slika 3.35. Promjena kromatičnosti za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na Semimatte papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla





Slika 3.36. Promjena kromatičnosti za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na zaslonu računala u ovisnosti o tri izvora svjetla



Slika 3.37. Promjena kromatičnosti za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na zaslonu računala u ovisnosti o tri izvora svjetla

Grafički prikaz promjene kromatičnosti  $\Delta C_{ab}^*$  u manifestiranom efektu neonskog proširivanja boje dan je na slikama 3.32. – 3.37. Iz slika je vidljivo kako su vrijednosti razlike kromatičnosti očekivano pozitivne – u nekoliko slučajeva radi se o manjim odstupanjima koja su statistički zanemariva (vrijednosti  $\Delta C_{ab}^*$  od -0,02 do -0,06). Pozitivna vrijednost promjene kromatičnosti  $\Delta C_{ab}^*$  ukazuje na veću kromatičnost inducirane boje u manifestiranom efektu neonskog proširivanja boje u odnosu na kromatičnost podloge (medija).

Vrijednosti promjene kromatičnosti  $\Delta C_{ab}^*$  izračunate su na temelju formule 2.10. Prema toj formuli promjena kromatičnosti ovisna je o apsolutnim vrijednostima kromatskih koordinata boje  $a^*$  i  $b^*$ . Veće vrijednosti nevedenih kromatskih veličina kojima je opisano proširenje boje u manifestiranom efektu stvaraju i doživljaj veće kromatičnosti prividnog proširenja boje.

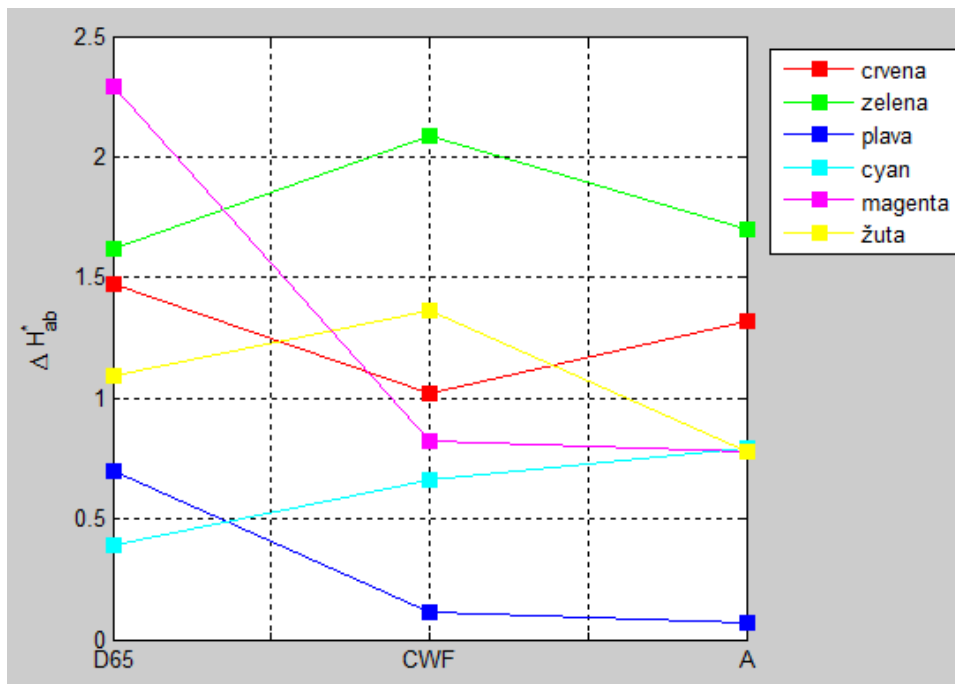
Vrijednosti promjene kromatičnosti se kreću u rasponu  $\Delta C_{ab}^* = 0 - 3,66$ . Veće promjene kromatičnosti  $\Delta C_{ab}^*$  mogu se uočiti kod zaslona računala kao medija u odnosu na tiskovne podloge kao medij. To korespondira odnosima položajnih srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika boje  $\Delta E_{94}^*$  kao pokazatelja magnitude istraživanog efekta prikazanima u **Prilogu C** ovog rada.

Promjena kromatičnosti izraženija je u većini slučajeva kod „crne“ boje pozadine u odnosu na komplementarnu boju pozadine za pripadajuće boje umetnutog segmenta. Takav odnos je veći kod suptraktivnih medija (Gloss i Semimatte papir) nego kod aditivnog (zaslon računala). Kod žute boje umetnutog segmenta može se zamijetiti ujednačena promjena kromatičnosti kod obje boje pozadine.

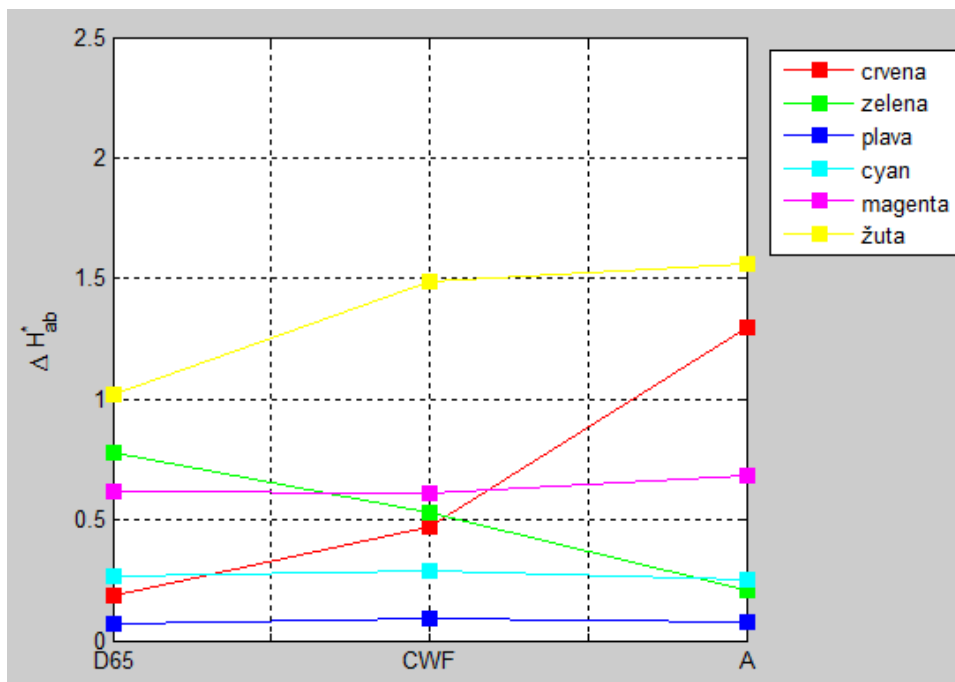
Najmanje vrijednosti promjene kromatičnosti prisutne su kod crvene boje umetnutog segmenta. Malo višu kromatičnost crvena boja umetnutog segmenta pokazuje kod A izvora svjetla te kod zaslona računala kao medija.

Najveće vrijednosti promjene kromatičnosti uočene su za magenta i posebno zelenu boju umetnutog segmenta gdje je za izvor svjetla D65 ta promjena gotovo dvostruka u odnosu na ostale boje umetnutog segmenta (slučaj „crne“ boje pozadine kod Semimatte papira i zaslona računala)

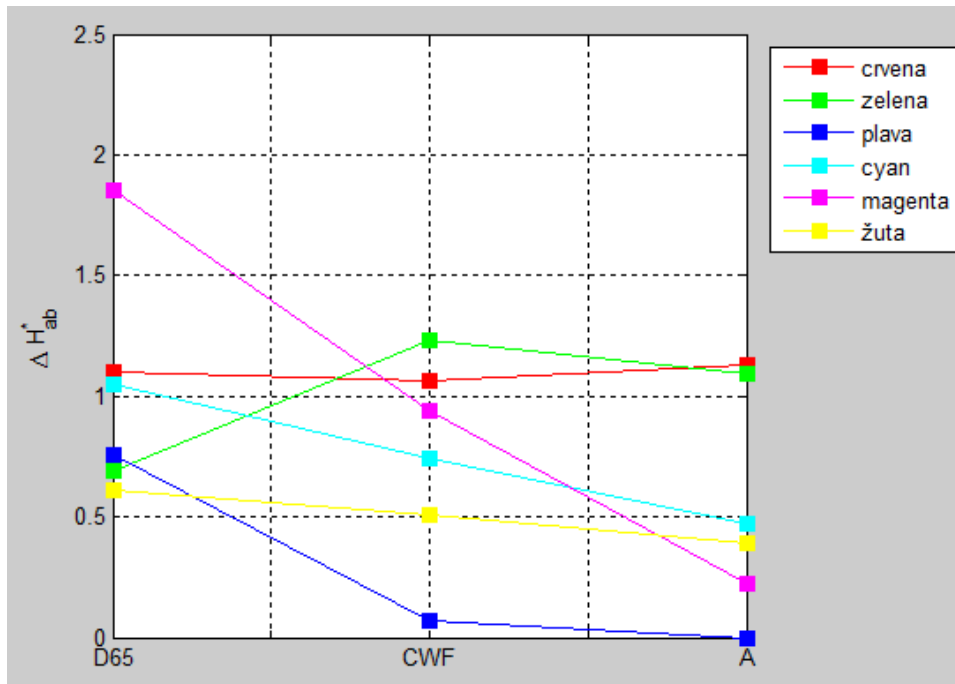
Promjena tona boje  $\Delta H^*_{ab}$



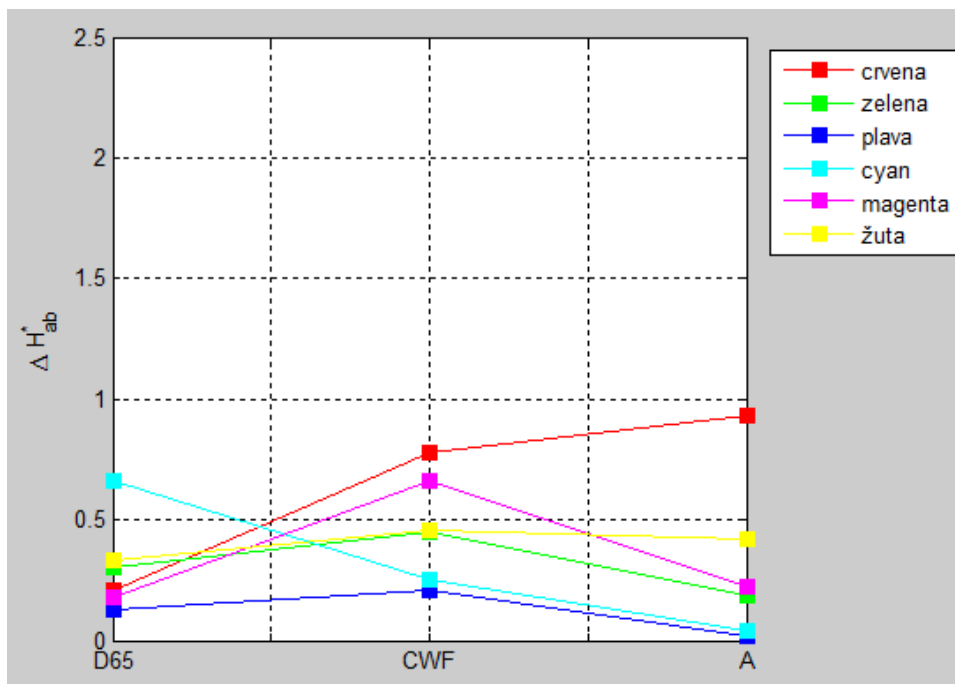
Slika 3.38. Promjena tona za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na Gloss papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla



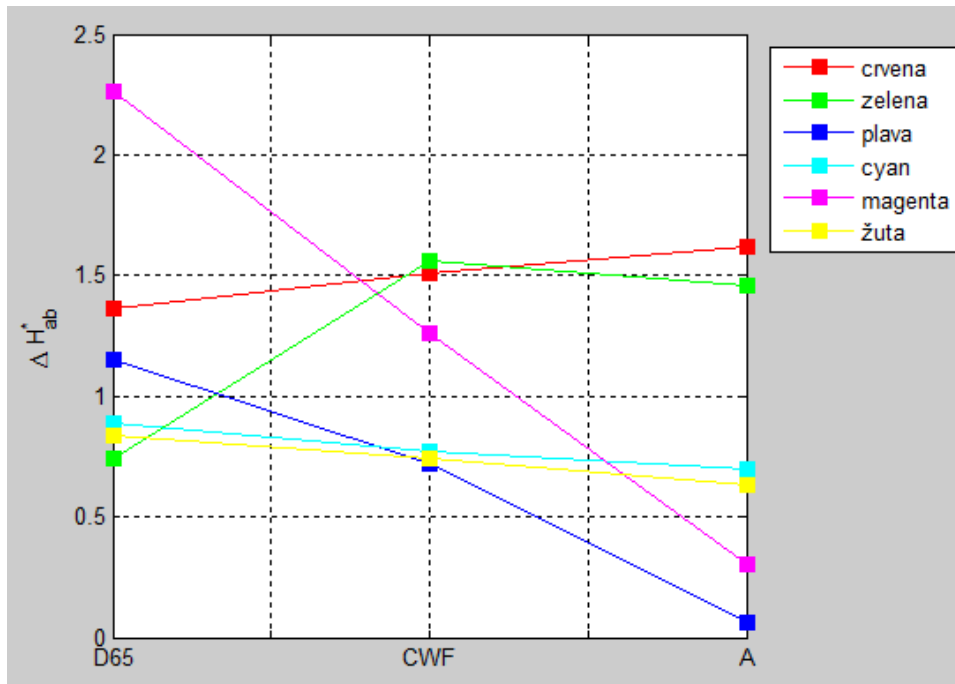
Slika 3.39. Promjena tona za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na Gloss papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla



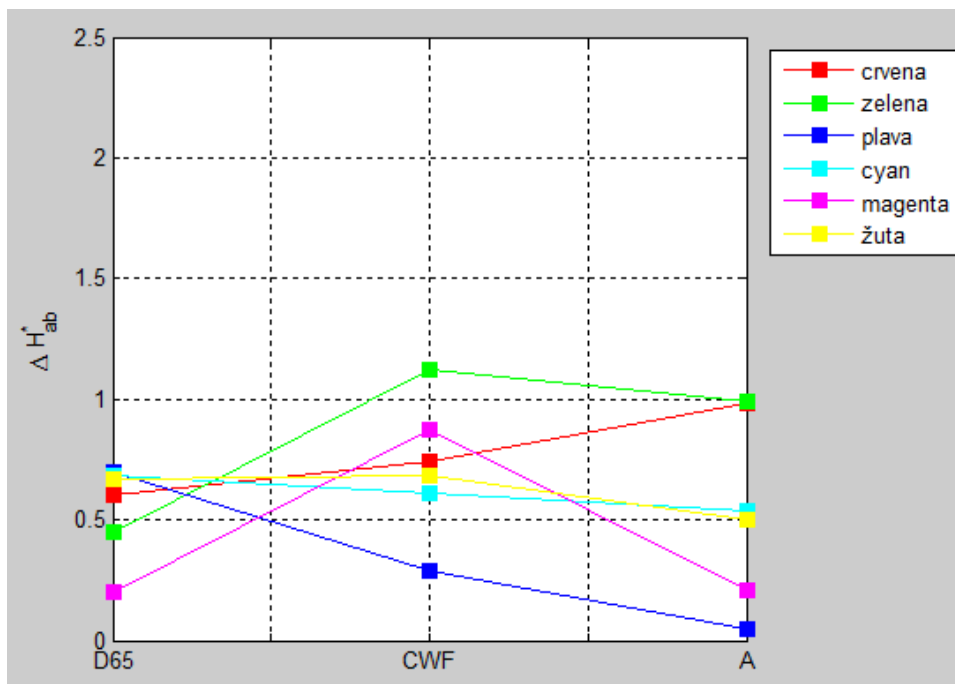
Slika 3.40. Promjena tona za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na Semimatte papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla



Slika 3.41. Promjena tona za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na Semimatte papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla



Slika 3.42. Promjena tona za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na zaslonu računala u ovisnosti o tri izvora svjetla



Slika 3.43. Promjena tona za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na zaslonu računala u ovisnosti o tri izvora svjetla

Kako je u uvodu ovog poglavlja navedeno, rezultati istraživanja dokazali su kako je pomak pojavnosti boje najmanji u smislu promjene u tonu boje  $\Delta H_{ab}^*$ . Na slikama 3.38. – 3.43. prikazane su vrijednosti promjene u tonu inducirane, proširene boje  $\Delta H_{ab}^*$  uslijed manifestacije efekta neonskog proširivanja boje.

Izračunate vrijednosti promjene tona kreću se u rasponu  $\Delta H_{ab}^* = 0 - 2,29$ . Najmanje zabilježena vrijednosti promjene u tonu su kod plave boje umetnutog segmenta što je ranije pripisano tromosti oka za plavu boju. Na zaslonu računala te su vrijednosti za plavu boju nešto veće kada ih se uspoređuje s ostalim bojama umetnutog segmenta.

Najveće vrijednosti promjene u tonu boje mogu se uočiti kod zelene, magente i crvene boje umetnutog segmenta u većini slučajeva.

Utvrđena je veća promjena u tonu boje za „crnu“ boju pozadine u odnosu na komplementarne boje pozadine. Ta je razlika gotovo dvostruka kod tiskovnih podloga nego je to slučaj kod zaslona računala kada je razlika neznatna.

Nije zamijećena određena pravilnost u promjeni tona boje  $\Delta H_{ab}^*$  s obzirom na pojedine izvore svjetla.

## 4. ZAKLJUČAK

Istraživačke aktivnosti u okviru predložene teme ovog doktorskog rada bile su usmjerene ka sagledavanju razine utjecaja pojedinih parametara procesa grafičke reprodukcije na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje.

Svrha ovog doktorskog rada je:

1. utvrditi intenzitet efekta neonskog proširivanja boje na različitim tiskovnim podlogama i zaslonu računala u ovisnosti o različitim kombinacijama odabira primarnih boja aditivne i suptraktivne sinteze te različitim standardnim izvorima svjetla s jedne strane,

2. odrediti utjecaj efekta neonskog proširivanja boje na promjenu percepcijskih atributa boje odnosno specificirati pojavnost boje u manifestiranom efektu,

kako bi se stvorili uvjeti za učinkovitije oblikovanje i otiskivanje grafičkih proizvoda u okolnostima manifestacije efekta neonskog proširivanja boje.

Eksperimentalni dio rada bio je podijeljen na dvije cjeline: jedna se odnosi na utvrđivanje veličine intenziteta efekta neonskog proširivanja boje djelovanjem pojedinih istraživanih parametara, dok je u drugoj cjelini određena pojavnost boje u manifestiranom efektu.

Istraživanjem su dobiveni kvalitetni rezultati koji su dijelom već publicirani ili prihvaćeni za publiciranje u referentnim časopisima: *Vusić D., Mrvac N., Milković M., The neon colour spreading effect in various surround ambient conditions. // Tehnički vjesnik, 18 (2011), 2; 219-225 (članak, znanstveni)* te *Vusić D., Milković M., Mrvac N., The Influence of the Primary Color Stimuli Selection on the Neon Color Spreading. // TTEM - Technics Technologies Education Management. (2012) (znanstveni rad prihvaćen za objavljivanje).*

Dobiveni rezultati istraživanja utjecaja ambijentalnih uvjeta promatranja na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje su nedvosmisleno dokazali korespondirajući utjecaj spektralnih emisija pojedinog CIE standardnog izvora svjetla (D65, CWF i A) odnosno energije distribucije svjetlosti pojedinih izvora na intenzitet istraživanog efekta u reprodukciji boje. Statistički je dokazan veći varijabilni utjecaj standardnih CIE izvora svjetla (D65, CWF i A) na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje prilikom reprodukcije boje na tiskovnim podlogama u odnosu na zaslon računala. Prilikom vrednovanja doživljaja boje na

suptraktivnim medijima dokazane su statistički značajne razlike u intenzitetu istraživnog efekta pod utjecajem D65 izvora svjetla u odnosu na CWF i A izvore svjetla.

Slijedom navedenog može se zaključiti kako se neželjena pojava efekta neonskog proširivanja boje može izbjeći upotrebom CWF i A izvora svjetla kod promatranja grafičkih reprodukcija na tiskovnim podlogama.

Istraživanje utjecaja medija kao varijable na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje pokazalo je da postoji statistički značajna razlika u vrednovanju intenziteta istraživnog efekta u većini slučajeva suptraktivnih medija (Gloss i Semimate papir) u odnosu na aditivni medij (zaslon računala). Transformacija zapisa o boji iz digitalnog prostora (aditivni mediji) u analogni prostor (suptraktivni mediji) rezultira smanjenjem gamuta boja odnosno dovodi do gubitaka informacija o boji utjecajem različitih parametara. Istraživanje provedeno u ovom radu potvrđuje takvu hipotezu na temelju činjenice da je intenzitet efekta neonskog proširivanja boje izraženiji na zaslonu računala nego na tiskovnim podlogama. Razlog tome je što su gubici informacije o boji implicirali i manje neželjeno proširenje boje u istraženom efektu na Ehrenstein uzorku.

Stoga je važno usklađivanjem kombinacija odabira boje primarnog stimulusa te pravilnim definiranjem geometrijske strukture stimulusa kod dizajna grafičkih rješenja postići manju razinu pogrešaka u percepciji informacija o boji na aditivnim medijima procesa grafičke reprodukcije.

Utjecaj boje pozadine Ehrenstein uzorka na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje izraženiji je kod „crne“ boje pozadine nego kod komplementarne boje pozadine. Dokazan je veći broj statistički značajnih razlika u utjecaju boje pozadine Ehrenstein uzorka („crna“ i komplementarna) na intenzitet istraživnog efekta kod tiskovnih podloga nego je to u slučaju kada se kao medij koristi zaslon računala.

S obzirom na navedeno, potrebno je prilikom kreacije dizajnerskih rješenja, u situacijama uporabe pravilnih geometrijskih struktura (kao što je i Erensteinov uzorak) kod kojih može doći do efekta neonskog proširivanja boja imati na umu da će se intenzitet efekta, koji je u osnovi neželjena pojava koja uzrokuje pomak u pojavnosti boje odabranoga stimulusa, smanjiti u većoj mjeri korištenjem struktura s komplementarnim bojama pozadine u odnosu na strukture s „crnom“ bojom pozadine.

Na temelju dobivenih rezultata istraživanja intenziteta efekta neonskog proširivanja boje primarno obzirom na odabir boje umetnutog segmenta na Ehrenstein uzorku, može se



zaključiti kako je dokazan utjecaj različitih primarnih boja aditivne (crvena, zelena, plava) i suptraktivne sinteze (cyan, magenta, žuta) na veličinu intenziteta istraživnog efekta. Najveće vrijednosti kolorimetrijskih odstupanja dobivene su u većini slučajeva kod magente i zelene boje umetnutog segmenta, neovisno o izvoru svjetla, boji pozadine te vrsti medija. Pogreška u percepciji boje najmanje je izražena u većini slučajeva za plavu boju umetnutog segmenta.

Takav zaključak implicira preporuku da se u fazi dizajna grafičkih rješenja uz pretpostavku moguće pojave efekta neonskog proširivanja boje izbjegava korištenje magenta i zelene boje kao potencijalne boje umetnutog segmenta.

Kvalitativna analiza pomaka pojavnosti prividno stvorene boje u manifestiranom efektu neonskog proširivanja boje sagledavana kroz promjenu percepcijskih atributa boje potvrdila je kako greška u percepciji boje, uzrokovana manifestacijom efekta neonskog proširivanja boje, predstavlja u većoj mjeri grešku u percepciji kromatičnosti  $\Delta C_{ab}^*$  boje, zatim grešku u percepciji svjetline  $\Delta L^*$  boje. Greška u promjeni tona boje  $\Delta H_{ab}^*$  uglavnom je manja u odnosu na prethodna dva atributa.

Dobivene zasebne vrijednosti promjene svakog percepcijskog atributa boje su sukladne odnosima položajnih srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika boje  $\Delta E_{94}^*$  kao pokazatelja magnitude istraživnog efekta.

Evidentno je da postoje određene sljedivosti i predvidljivosti u manifestaciji efekta neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije koje su ustanovljene kod gotovo svih ispitivanih uzoraka, a na osnovi kojih je moguće predvidjeti utjecaj pojedine istraživane varijable te samim time i izbjegavati primjenu utjecajnijih varijabli.

## 4.1. Znanstveni doprinos

Ovim doktorskim radom ostvaren je izvorni znanstveni doprinos koji se očituje u slijedećem:

- Određeni su parametri koji utječu na intenzitet efekta neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije.
- Definirane su veličine intenziteta efekta neonskog proširivanja boje u ovisnosti o različitim tiskovnim podlogama i zaslonu računala, pod utjecajem dominantnih bojenih karakteristika stimulusa i standardnih izvora svjetla.

- Provedeno je kvalitativno definiranje smjera pomaka pojavnosti boje uslijed manifestacije efekta neonskog proširivanja boje u procesu grafičke reprodukcije.
- Dati je prijedlog smjernica i uvjeta primjene istraživanih utjecajnih parametara vezanih uz učinkovitije oblikovanje i otiskivanje grafičkih proizvoda u okolnostima manifestacije efekta neonskog proširivanja boje.
- Primjenom metoda deskriptivne statistike i neparametarskih testova provedena je statistička obrada rezultata istraživanja kojom je potvrđena pouzdanost primijenjene metodologija istraživanja čime je dan doprinos razvoju metodologije određivanja fizikalnih vrijednosti percipirane boje nastale manifestacijom vizualnih efekata.

## 4.2. Smjernice budućih istraživanja

Sagledavajući cjelokupni znanstveni doprinos istraživanja u sklopu ovog dokorskog rada, postoje jasna saznanja o potrebi daljnjih istraživačkih aktivnosti kojima bi se efekt neonskog proširivanja boje dodatno elaborirao unutar procesa grafičke reprodukcije.

Među smjernice budućih istraživanja valja izdvojiti determinaciju utjecaja novih specifičnih geometrijskih struktura stimulusa na efekt neonskog proširivanja boje. Pojedini autori u svojim radovima odredili su odnose između originala i reprodukcije ovisno o analiziranim geometrijskim karakteristikama stimulusa [77, 88]. Definiranjem određenih oblika, veličine i položaja elemenata stimulusa moguće je izbjeći neželjene pojave manifestacije efekta koja uzrokuje pomak pojavnosti boje odabranoga stimulusa. Time se može osigurati visoka razina kvalitete reproducirane boja u sustavima grafičke reprodukcije.

Psihofizikalni efekt neonskog proširivanja boje kompleksnija je verzija efekta proširivanja boje. Do manifestacije proširivanja boje dolazi kada je udaljenost između promatrača i stimulusa s pozadinom te širina vidnog polja tolika da se stimulus i pozadina percepcijski ne razlikuju, stapaju se u jedinstvenu cjelinu [74]. Za očekivati je da će i u slučaju manifestacije efekta neonskog proširivanja boje parametar vidni kut imati utjecaj na intenzitet samoga efekta. Izneseno razmatranje ukazuje na potrebu istraživanja efekta neonskog proširivanja boje obzirom na različite vrijednosti vidnog kuta.

Promjene ambijentalnih uvjeta promatranja grafičkih reprodukcija poput razine osvjetljenosti ili različitih izvora svjetla impliciraju manifestacije određenih psihofizikalnih efekata. Efekti dovode do pomaka u percepciji doživljaja tona boje uslijed promjene nivoa

osvijetljenosti (Bezold-Brückeov efekt), do proporcionalnog pomaka u percepciji zasićenosti uslijed promjene nivoa luminacije kolornog stimulusa (Huntov efekt), povećanja doživljaja svjetline s povećanjem nivoa osvijetljenosti ambijenta u kojem se stimulus promatra (Stevensov efekt), odnosno promjene percepcije tona boje uslijed promjene čistoće pobude (Abneyev efekt) [39, 46, 78].

Obzirom na nevedeno, te s obzirom na činjenicu da su čunjići fotoreceptorske stanice u ljudskom oku osjetljive na intenzitete osvijetljenja iznad 20 lx [53], može se pretpostaviti da postoji granica razine osvijetljenja koja će dovesti do manifestacije efekta neonskog proširivanja boje. Stoga je potrebno budućim istraživanjima odrediti vrijednosti nivoa osvijetljenosti ambijenta koji dovode do manifestacije efekta istraživanog u ovom radu.

Pitanje koje se također nameće je da li dodatni doradni postupci površinskog oplemenjivanja tiskovnih podloga u procesu grafičke reprodukcije mogu rezultirati promjenama percepcijskih atributa boje uslijed manifestacije efekta neonskog proširivanja boje te u kojoj mjeri mogu utjecati na intenzitet efekta. Odgovor treba potražiti u novim istraživanjima kojima će se analizirati efekt neonskog proširivanja boje pod utjecajem lakiranja, plastificiranja i drugih postupaka površinskog oplemenjivanja tiskovnih podloga.

Optimalnije oblikovanje i otiskivanja grafičkih proizvoda u okolnostima manifestacije efekta neonskog proširivanja boje omogućiti će rezultati budućih istraživanja svih preostalih parametara za koje se pretpostavlja stanovita razina utjecaja na manifestaciju samog efekta u procesu grafičke reprodukcije.

## 5. LITERATURA

1. Adelson E. H., «Perceptual Organization and the Judgment of Brightness», *Science*, Vol. 262, 1993.
2. Albers J., «Interaction of Color», Yale University Press, New Haven, 1963.
3. Bass M., «Handbook of optics: Volume III – Vision and Vision optics», McGraw-Hill, 2010.
4. Beretta G., «Understanding Colour», Paint Publishing, HP Palo Alto, 2003.
5. Braun K. M., Fairchild M. D., «Testing five color-appearance models for changes in viewing conditions», *Color Research & Application*, Volume 22, Issue 3, pp. 165–173, 1997.
6. Braun K. M., Fairchild M. D., Alessi P. J., «Viewing techniques for cross-media image comparisons», *Color Research and Application*, Volume 21, Issue 1, pp. 6–17, 1996.
7. Bressan P., «A closer look at the dependence of neon color spreading on wavelength and illuminance», *Vision Research* 35, pp. 375-379, 1995.
8. Bressan P., «Neon color spreading with and without its figural prerequisites», *Perception*, 22, pp. 353-361, 1993.
9. Bressan P., «Revisitation of the luminance conditions for the occurrence of the achromatic neon color spreading illusion», *Perception & Psychophysics*, 54, pp. 55-64, 1993.
10. Bressan P., Mingolla E., Spillmann L., and Watanabe T., «Neon colour spreading: a review», *Perception* 26, pp. 1353–1366, 1997.
11. Bressan P., Vallortigara G., «Illusory depth from moving subjective figures and neon color Spreading», *Perception*, 20, pp. 637-644, 1991.
12. Brown R. O., MacLeod D. I. A., «Color appearance depends on the variance of surround colors», *Current Biology*, 7, pp. 844-849, 1997.
13. Bunting F., «An introduction to the History of Color, Color Theory and Color Measurement», Light Source Computer Images Inc., 1998.  
<http://www.xrite.com/documents/mktg/ColorPrimer.pdf>
14. Chai B., Liao N., Zhao D., Yang W., «Media-Dependent Color Appearance Modeling Based on Artificial Neural Networks», *Color Research and Application*, Vol 31, 3, pp. 218-228, 2006.
15. Choi S. Y., Luo M. R., Pointer M. R., Li C., Rhodes P. A., «Changes in colour appearance of a large display in various surround ambient conditions», *Color Research & Application*, Volume 35, 3, pp. 200–212, 2010.
16. CIE. Technical report: Industrial colour - difference evaluation. Central Bureau of the CIE, Vienna, 1995.
17. «Colour & Quality», Heidelberger Druckmaschinen AG, 1999.

18. da Pos O., Bressan P., «Chromatic induction in neon colour spreading», *Vision Research*, 43 (6), pp. 697-70, 2003.,
19. Dekker N., Kirchner E. J. J., Supèr R., van den Kieboom G. J., Gottenbos R., «Total appearance differences for metallic and pearlescent materials: Contributions from color and texture», *Color Research & Application*, Volume 36, Issue 1, pp. 4–14, 2011.
20. Devlin A. K., «A review of tone reproduction techniques», Technical Report CSTR-02-005, Department of Computer Science, University of Bristol, Bristol, UK, 2002.
21. Devlin A. K., «Perceptual fidelity for digital image display», ph.d. thesis, Faculty of Engineering, Department of Computer Science to the University of Bristol, 2004.
22. Dewing W. L., «Perception of color quality for natural images viewed, edited and printed within the context of a home digital color imaging system», ph.d. thesis, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, 1999.
23. Diaz J. A., Uroz J., Esther Perales, Francisco M. Martinez-Verdú, Valentin Viqueira, Jesús Fernández-Reche, «Comparison of color gamuts among several types of paper with the same printing technology», *Color Research & Application*, Volume 34, 4, pp. 330–336, 2009.
24. Eagleman D. M., «Visual Illusions and neurobiology», *Nature Reviews Neuroscience*, 2(12), 2011.
25. Ejima Y., Redies C., Takahashi S., Akita M., «The neon color effect in the Ehrenstein pattern. Dependence on wavelength and illuminance», *Vision Research*, 24, pp. 1719-1726, 1984.,
26. Fairchild M. D., «Color Appearance Models», Second Edition, The Wiley-IS&T Series in Imaging Science and Technology, 2005.
27. Fairchild M. D., «Color Appearance Models: CIECAM02 and Beyond», IS&T/SID 12<sup>th</sup> Color Imaging Conference, Scottsdale, Arizona, 2004.
28. Fairchild M. D., «Testing Colour-Appearance Models», CIE TC1-34, Vienna, 1997.
29. Fraser B., Murphy C., Bunting F., «Real World Color Management», Peachpit Press, Berkeley, 2003.
30. Geigel J. M., «Tone reproduction for computer graphics using photographic principles», ph.d. thesis, The faculty of The School of Engineering and Applied Science Of the George Washington University, 2000.
31. Gescheider G. A., «Psychophysics, Method, Theory and Application», Erlbaum Associates, Hillsdale, 1985.
32. Goldstein E. B., «Encyclopedia of Perception», SAGE Publication, 2010.
33. Goldstein E. B., «Osjeti i percepcija», Naklada Slap, Jastrebarsko, 2010.
34. Green P., «Colorimetry and colour difference», *Colour Engenering*, John Weily & Sons, Chichester, UK, 2003.
35. Grossberg S., Mingolla E., «Neural dynamics of form perception: Boundary completion, illusory figures, and neon color spreading», *Psychological Review* 92, pp. 173-211, 1985.

36. Henč-Bartolić V., Kulušić P., «Valovi i optika», Školska knjiga, Zagreb, 1991.
37. Henley S. A., Fairchild, M. D., «Quantifying Mixed Adaptation in Cross-Media Color Reproduction», IS&T/SID 8th Color Imaging Conference, Scottsdale, pp. 305-310, 2000.
38. Hoffmann G., «CIE Colour Space», Emden, Germany, 2005.
39. Hofstter H. W., Griffin J. R., Berman M. S., Everson E. W., «Dictionary of Visual Science», Butterworth-Heinemann Press, Boston, 2000.
40. Homann J. P., «Digital Color Management», Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
41. Hsieh T.-J., Chen I.-P., «Colour appearance shifts in two different-sized viewing conditions», Color Research & Application, Volume 35, 5, pp. 352–360, 2010.
42. Hunjet A., Parac-Osterman Đ., Benšić M., «Utjecaj boje okoline na doživljaj žutog i plavog tona», Tekstil. 55, pp. 121-126, 2006.,
43. Hunt, R. W. G., «The Reproduction of Colour», Sixth Edition, The Wiley–IS&T Series in Imaging Science and Technology, 2004.
44. Hunt R. W. G., «The reproduction of Colour in Photography, Printing and Television», Fountain Press, England, 1995.
45. Iwanami T., Kikuchi A., Kaneko T., Hirai K., Yano N., Nakaguchi T., Tsumura N., Yoshida Y., Miyake Y., «Relationship Between Ambient Illumination and Psychological Effects for Television Viewing», Journal of Imaging Science and Technology, Volume 55, Issue 1, pp. 410–418, 2011.
46. Johnson G. M., Fairchild M. D., «Visual psychophysics and color appearance», CRC, Digital Color Imaging Handbook, 2003.
47. Judd D. B., «Theory of Colors – Johann Wolfgang von Goethe», MIT Press, Massachusetts, 1970.
48. Kaiser P. K., «The Joy of Visual Perception», 1996.,  
<http://www.yorku.ca/eye/visangle.html>
49. Katayama I., Fairchild M. D., «Quantitative evaluation of perceived whiteness based on a color vision model», Color Research & Application, Volume 35, 6, pp. 410–418, 2010.
50. Kitaoka A., «A brief classification of colour illusions», Proceedings of the 11th Congress of the International Colour Association (AIC 2009), Sydney, 2009.
51. Kitaoka A., «Classification of anomalous motion illusions, Visual Localization in Space-Time», (poster publication) University of Sussex, Brighton, UK, 2002.
52. Kuehni R. G., «Color Space and Its Divisions», John Wiley & Sons, New York, 2003.
53. Landsdown J., «Visual Perception», Center for Electronic arts, Middlesex, UK, 1996.
54. Lilley C., Lin F., Hewitt W. T., Howard T. L. J., «Colour in Computer Graphics», ITTI, Manchester, UK, 2000.
55. Lo M.-C., Luo M. R., Rhodes P. A., «Evaluating colour models' performance between monitor and print images», Color Research & Application, Volume 21, Issue 4, pp. 277–291, 1996.

56. Luo M. R., Cui G., Rigg B., «The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000», *Color Research & Application*, Volume 26, Issue 5, pp. 340–350, 2001.
57. Malacara D., «Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications», Spie Press, Washington, 2002.
58. Matijević M., Mrvac N., Milković M., Vusić D., «Evaluation of Perception of Red Color Applied to Koffka Effect», 20th International DAAAM Symposium, DAAAM International Scientific Book 2010, hard cover / Katalinić, Branko (editor), DAAAM International Vienna, Vienna, 2010.
59. McCollough C., «Color adaptation of edge-detectors in the human visual system», *Science*, Vol. 149., 1965.
60. Milković M., «Izrada tiskovne forme za plošni tisak», Kemijsko-grafička škola, Rijeka, 2000.
61. Milković M., Bolanča S., Mrvac N., «Evaluation of the Chromatic Induction Intensity on Munker-White Samples», Chapter 41 in DAAAM International Scientific Book 2008, pp. 485-498, DAAAM International, Vienna, 2008.
62. Milković M., Bolanča S., Mrvac N., Zjakić I., «The influence of standard rendering methods on the manifested intensity of the chromatic induction effect», *Technical gazette*. 1, pp. 5-13, 2006.
63. Milković M., Mrvac N., Kozina G., «Informacijski sustavi za upravljanje bojama», Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2011.
64. Milković M., Mrvac N., Matijević M., «Evaluation of the chromatic assimilation effect intensity in Munker-White samples made by standard methods of rendering», *Technical gazette*. 17, pp. 163-172, 2010.
65. Milković M., Mrvac N., Vusić D., «Evaluation of the chromatic adaptation effect intensity by "tuning" the desaturated achromatic reproductions produced in offset», *Technical gazette*. 18, pp. 519-528, 2011.
66. Milković M., Mrvac N., Vusić D., «Vizualna psihofizika i dizajn», Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2009.
67. Milković M., Zjakić I., Vusić D., «Kolorimetrija u multimedijским komunikacijama», Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2010.
68. Morovic J., Luo M. R., «The Fundamentals of Gamut Mapping: A Survey», *Color & Imaging*, Institute, Darby, UK, 2002.
69. Morovic J., Luo M. R., «The Pleasantness and Accuracy of Gamut Mapping algorithms», *ICPS Conference Proceedings*, Vol. 2, 1998.
70. Nezamabadi M., Berns R. S., Montag E. D., «An Investigation of the Effect of Image Size on the Color Appearance of Softcopy Reproductions», *IS&T International Congress of Imaging Science*, Rochester, pp. 126-129, 2006.

71. Nezamabadi M., Berns R. S., «The Effect of Image Size on the Color Appearance of Image Reproductions», IS&T/SID 13th Color Imaging Conference, Scottsdale, pp. 79-84, 2005.
72. Nezamabadi M., Berns R. S., «The effect of image size on the color appearance of image reproductions using colorimetrically calibrated LCD and DLP displays», Journal of the Society for Information Display, Vol 14, Issue 9, pp. 773-783, 2006.
73. Norton T. T., Corliss D. A., Bailey J. E., «The Psychophysical Measurement of Visual Function», Butterworth-Heinemann, Woburn, Massachusetts, 2002.
74. Oicherman B., Luo M. R., Rigg B., Robertson A. R., «Adaptation and colour matching of display and surface colours», Color Research & Application, Volume 34, 3, pp. 182–193, 2009.
75. Parac-Osterman Đ., Hunjet A., Burušić J., «Psycho-Physical Study of Colour», Book of Papers of AIC 2004, Color and Paints / Caivano, Jose (ur.), Porto Alegre, Brazilian Color Association, 2004.
76. Pattanaik S. N., Fairchild M. D., Ferwerda J. A., Greenberg D. P., «Multiscale model of Adaptation, Spatial Vision and Color Appearance», Proceedings of IS&T/SID's 6th Color Conference, Arizona, 1998.
77. Pinna B., Grossberg S., «The watercolor illusion and neon color spreading: A unified analysis of new cases and neural mechanisms», Journal of the Optical Society of America A 22, pp. 2207-2221, 2005.
78. Pridmore R. W., «Bezold–Brucke effect exists in related and unrelated colors and resembles the Abney effect», Color Research & Application, Volume 29, Issue 3, pp. 241–246, 2004.
79. Pridmore R. W., «Color constancy from invariant wavelength ratios. III: Chromatic adaptation theory, model and tests», Color Research & Application, Volume 35, 6, pp. 425–442, 2010.,
80. Pridmore R. W., «Complementary colors theory of color vision: Physiology, color mixture, color constancy and color perception», Color Research & Application, Volume 36, Issue 6, pp. 394–412, 2011.
81. Redies, C. Spillmann L., «The neon color effect in the Ehrenstein illusion», Perception, 10, pp. 667-681, 1981.
82. Rhodes P. A., «Colour Notation systems», Colour Engineering, John Wiley & Sons, Chichester, UK, 2003.
83. Rich D., «Instruments and methods for colour measurement», Colour Engineering, John Wiley & Sons, Chichester, UK, 2003.
84. Robertson A. R., Figure presented at the 1996 ISCC Annual Meeting, Orlando, USA, 1996.
85. Schanda J., «Colorimetry: Understanding the CIE System», John Wiley & Sons, 2007.
86. Schrauf M., Lingelbach B., Lingelbach E., Wist E. R., «The Hermann Grid and the Scintillation Effect», Perception 24, 1996.



87. Sharma A., «Understanding Color Management», Thomson Delmar Learning, New York, 2004.
88. Sohmiya S., «Explanation for neon colour effect of chromatic configurations on the basis of perceptual ambiguity in form and colour», *Perceptual and Motor Skills*, Volume 98, pp. 272-290, 2004.
89. Sueeprasan S., Luo M. R., Rhodes P. A., «Investigation of colour appearance models for illumination changes across media», *Color Research & Application*, Volume 26, Issue 6, pp. 428–435, 2001.
90. Suk H.-J., Irtel H., «Emotional Response to Color Across Media», *Color Research and Application*, Vol 35, 1, pp. 64-77, 2010.
91. Sundell J., «Color proof quality verification», Ph. D. Thesis, Linkopings Universitet, Linkoping, Sweden, 2004.
92. Tarrant A., «Light and Colour», *Colour Engenering*, John Wiley & Sons, Chichester, UK, 2002.
93. Tuijl H. F. J. M. van, «A new visual illusion: neonlike color spreading and complementary color induction between subjective contours», *Acta Psychologica* 39, pp. 441-445, 1975.
94. Varin D., «Fenomeni di contrasto e diffusione cromatica nell'organizzazione spaziale del campo percettivo», *Rivista di Psicologia* 65, pp. 101–128, 1971.
95. Vusić D., Milković M., Mrvac N., «The influence of the primary color stimuli selection on the neon color spreading», *Technics Technologies Education Management*, rad prihvaćen za objavljivanje
96. Vusić D., Mrvac N., Milković M., «The neon colour spreading efect in various surround ambient conditions», *Technical gazette*. 18, pp. 219-225, 2011.
97. Wandell B. A., Brainard D. H., «Towards cross-media color reproduction», *Proceedings of the OSA Applied Vision Topical Meeting*, San Francisco, 1989.
98. Wu R. C., Wardman R. H., «Proposed modification to the CIECAM02 colour appearance model to include the simultaneous contrast effects», *Color Research & Application*, Volume 32, 2, pp. 121–129, 2007.
99. Wu R.-C., Wardman R. H., Luo M. R., «A Comparison of Lightness Contrast Effects in CRT and Surface Colours», *Color Research and Application*, Vol 30, 1, pp. 13-20, 2004.
100. Wyszecki G., Stiles W.S., «Color Science», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000.
101. Xiao K., Fu C., Mylonas D., Karatzas D., Wuerger S., «Unique hue data for colour appearance models. Part II: Chromatic adaptation transform», *Color Research & Application*, Volume 36, Issue 5, pp. 316–323, 2011.
102. Xiao K., Wuerger S., Fu C., Karatzas D., «Unique hue data for colour appearance models. Part I: Loci of unique hues and hue uniformity», *Color Research & Application*, Volume 36, Issue 5, pp. 316–323, 2011.

103. Zhang H., Montag E. D., «How well can people use different color attributes?», Color Research & Application, Volume 31, Issue 6, pp. 445–457, 2006.
104. Zjakić I., «Utjecaj metamerije u tisku», magistarski rad, Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2002.
105. Zjakić I., Bolanča S., Mrvac N., «Studija objektivnog i subjektivnog ocjenjivanja kvalitete tiska modnih kataloga», Tekstil. 56, pp. 562-569, 2007.
106. [http://www.cis.rit.edu/people/faculty/montag/vandplite/pages/chap\\_9/ch9p1.html](http://www.cis.rit.edu/people/faculty/montag/vandplite/pages/chap_9/ch9p1.html)
107. <http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka~index-e.html>.

## Popis formula

- [2.1.] Wyszecki G., Stiles W.S., «Color Science», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [5(3.3.9.)] str. 167
- [2.2.] Wyszecki G., Stiles W.S., «Color Science», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [8(3.3.9.)] str. 168
- [2.3.] Wyszecki G., Stiles W.S., «Color Science», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [11(3.3.9.)] str. 168
- [2.4.] Wyszecki G., Stiles W.S., «Color Science», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [5(3.3.9.)] str. 168
- [2.5.] Wyszecki G., Stiles W.S., «Color Science», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [5(3.3.9.)] str. 168
- [2.6.] Wyszecki G., Stiles W.S., «Color Science», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [5(3.3.9.)] str. 168
- [2.7.] Wyszecki G., Stiles W.S., «Color Science», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [6(3.3.9.)] str. 167
- [2.8.] Wyszecki G., Stiles W.S., «Color Science», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [6(3.3.9.)] str. 167
- [2.9.] Wyszecki G., Stiles W.S., «Color Science», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [11(3.3.9.)] str. 168
- [2.10.] Malacara D., «Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications», Spie Press, Washington, 2002., (5.26.) str. 96
- [2.11.] Malacara D., «Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications», Spie Press, Washington, 2002., (5.26.) str. 97
- [2.12.] Malacara D., «Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications», Spie Press, Washington, 2002., (5.26.) str. 97
- [2.13.] Wyszecki G., Stiles W.S., «Color Science», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [4(3.3.9.)] str. 168
- [2.14.] Malacara D., «Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications», Spie Press, Washington, 2002., (5.26.) str. 96
- [2.15.] Malacara D., «Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications», Spie Press, Washington, 2002., (5.37.) str. 100
- [2.16.] Malacara D., «Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications», Spie Press, Washington, 2002., (5.39.) str. 100
- [2.17.] Malacara D., «Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications», Spie Press, Washington, 2002., (5.38.) str. 100
- [3.1.] Kaiser P. K., «The Joy of Visual Perception», 1996., URL:  
<http://www.yorku.ca/eye/visangle.html>.

## Popis slika

- Slika 2.1. Lom zraka bijele svjetlosti putem optičke prizme
- Slika 2.2. Osnovne faze zonske teorije videnja boja (Fraser B., Murphy C., Bunting F., «*Real World Color Management*», Peachpit Press, Berkeley, 2003., str. 24)
- Slika 2.3. Spektralne krivulje različito obojenih objekata (Fraser B., «*Real World Color Management*», Peachpit Press, Berkeley, 2003., str. 9)
- Slika 2.4. Spektar elektromagnetskih valova i vidljivog dijela spektra (Fraser B., «*Real World Color Management*», Peachpit Press, Berkeley, 2003., str. 7)
- Slika 2.5. Spektralne emisije različitih temperatura idealnog crnog tijela (Fraser B., «*Real World Color Management*», Peachpit Press, Berkeley, 2003., str. 12)
- Slika 2.6. Spektralna emisija CIE standardnih izvora svjetlosti D65, CWF i A (Fairchild M. D., «*Color Appearance Models*», Second Edition, The Wiley–IS&T Series in Imaging Science and Technology, 2005., str. 57, 59 i 60)
- Slika 2.7. Vizualni tristimulusni eksperiment (Beretta G., *Understanding Colour*, Paint Publishing, HP Palo Alto, 2003., str. 32)
- Slika 2.8. Odnos zasićenja i svjetline (Milković M., Zjakić I., Vusić D., «*Kolorimetrija u multimedijским komunikacijama*», Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2010., str. 56)
- Slika 2.9. Munsellov HVC model boja (Wyszecki G., Stiles W.S., «*Color Science*», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., str. 508 i 509)
- Slika 2.10. HSB i HLS modeli boja (Lilley C., Lin F., Hewitt W. T., Howard T. L. J., «*Colour in Computer Graphics*», ITTI, Manchester, UK, 2000., str. 40, 41)
- Slika 2.11. CIE  $L^*C^*h^0$  model boja (Lilley C., Lin F., Hewitt W. T., Howard T. L. J., «*Colour in Computer Graphics*», ITTI, Manchester, UK, 2000., str. 43)
- Slika 2.12. CMY model boja (Sundell J., «*Color proof quality verification*», Ph. D. Thesis, Linkopings Universitet, Linkoping, Sweden, 2004., str. 10) i RGB model boja (Lilley C., Lin F., Hewitt W. T., Howard T. L. J., «*Colour in Computer Graphics*», ITTI, Manchester, UK, 2000., str. 39)
- Slika 2.13. CIE dijagram kromatičnosti (Hoffmann G., *CIE Colour Space*, Emden, Germany, 2005., str. 10)
- Slika 2.14. CIE  $L^*u^*v^*$  model boja (Wyszecki G., Stiles W.S., «*Color Science*», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., str. 166)
- Slika 2.15. CIE  $L^*a^*b^*$  model boja (Wyszecki G., Stiles W.S., «*Color Science*», Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., str. 167)
- Slika 2.16. Kolorimetrijska razlika boja kod CIE  $L^*a^*b^*$  modela boja («*Colour & Quality*», Heidelberger Druckmaschinen AG, 1999., str. 81)

- Slika 2.17. Akromatski simultani kontrast (Milković M., Mrvac N., Vusić D., «Vizualna psihofizika i dizajn», Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2009., str. 41)
- Slika 2.18. Kromatski simultani kontrast (Milković M., Mrvac N., Vusić D., «Vizualna psihofizika i dizajn», Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2009., str. 42)
- Slika 2.19. Robertson-Whiteov model kromatskog simultanog kontrasta (Robertson A. R., *Figure presented at the 1996 ISCC Annual Meeting, Orlando, USA, 1996.*)
- Slika 2.20. Albersov model kromatskog simultanog kontrasta (Albers J., «Interaction of Color», Yale University Press, New Haven, 1963.)
- Slika 2.21. Akromatsko nabiranje (Pattanaik S. N., Fairchild M. D., Ferwerda J. A., Greenberg D. P., «Multiscale model of Adaptation, Spatial Vision and Color Appearance», *Proceedings of IS&T/SID's 6th Color Conference, Arizona, 1998.*)
- Slika 2.22. Kromatska asimilacija (Milković M., Mrvac N., Vusić D., «Vizualna psihofizika i dizajn», Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2009., str. 47)
- Slika 2.23. Proširivanje boje (Milković M., Mrvac N., Vusić D., «Vizualna psihofizika i dizajn», Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2009., str. 48)
- Slika 2.24. AM i FM tehnike rastriranja (Milković M., «Izrada tiskovne forme za plošni tisak», Kemijsko-grafička škola, Rijeka, 2000., str. 108)
- Slika 2.25. Vrijeme potrebno za obnavljanje praga "standardne" vizualne osjetljivosti (Norton T. T., Corliss D. A., Bailey J. E., «The Psychophysical Measurement of Visual Function», Butterworth-Heinemann, Woburn, Massachusetts, 2002., str. 78)
- Slika 2.26. Ugađanje nivoa relativne osjetljivosti čunjića (Johnson G. M., Fairchild M. D., «Visual psychophysics and color appearance», CRC, Digital Color Imaging Handbook, 2003., str. 57)
- Slika 2.27. Prikaz McCollough efekta (Eagleman D. M., «Visual Illusions and neurobiology», *Nature Reviews Neuroscience*, 2(12), 2011., str. 923)
- Slika 2.28. Hermannov efekt (Schrauf M., Lingelbach B., Lingelbach E., Wist E. R., «The Hermann Grid and the Scintillation Effect», *Perception* 24, 1996., str. 88-89)
- Slika 2.29. „Donguri“ uzorak (Kitaoka A., «Out of focus», Tokyo, 2001., <http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka~index-e.html>.)
- Slika 2.30. „Roto-Snakes“ efekt (Kitaoka A., «Roto Snakes», Tokyo, 2004., <http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka~index-e.html>.)
- Slika 2.31. Prikaz promjena vrijednosti stimulusa kod Bezold Bruckeovog efekta (Fairchild M. D., «Color Appearance Models», *Second Edition, The Wiley-IS&T Series in Imaging Science and Technology*, 2005., str. 117)
- Slika 2.32. Abneyev efekt unutar CIE dijagrama kromatičnosti (Milković M., Mrvac N., Vusić D., «Vizualna psihofizika i dizajn», Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2009., str. 52)

- Slika 2.33. Huntov eksperiment (*Fairchild M. D., «Color Appearance Models», Second Edition, The Wiley–IS&T Series in Imaging Science and Technology, 2005., str. 121)*)
- Slika 2.34. *Stevensov efekt (Fairchild M. D., «Color Appearance Models», Second Edition, The Wiley–IS&T Series in Imaging Science and Technology, 2005., str. 123)*
- Slika 2.35. Ehrenstein model (*Tuijl H. F. J. M. van, «A new visual illusion: neonlike color spreading and complementary color induction between subjective contours», Acta Psychologica 39, pp. 441-445, 1975.)*)
- Slika 2.36. Ehrenstein model bez i s umetnutim segmentom
- Slika 2.37. Različite boje pozadine stimulusa na Munker modelu
- Slika 2.38. Akromatsko neonsko proširivanje boje (*Varin D., «Fenomeni di contrasto e diffusione cromatica nell'organizzazione spaziale del campo percettivo», Rivista di Psicologia 65, pp. 101–128, 1971.)*)
- Slika 2.39. Usporedni prikaz gamuta boja (*Milković M., Mrvac N., Kozina G., «Informacijski sustavi za upravljanje bojama», Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2011., str. 36)*)
- Slika 2.40. Različita reprodukcija istog originala na aditivnim medijima (*Milković M., Mrvac N., Kozina G., «Informacijski sustavi za upravljanje bojama», Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2011., str. 3)*)
- Slika 3.1. Shema plana istraživanja
- Slika 3.2. Testni uzorci s crnom pozadinom stimulusa
- Slika 3.3. Testni uzorci s komplementarnom pozadinom stimulusa
- Slika 3.4. Atlasi boja
- Slika 3.5. Konfiguracija vidnog polja ispitanika
- Slika 3.6. Stacionarna kabina za promatranje „The Judge II-S“
- Slika 3.7. Vizualno ocjenjivanje putem atlasa boja
- Slika 3.8. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.9. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.10. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.11. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.12. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine

- Slika 3.13. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.14. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.15. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.16. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.17. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.18. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.19. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.20. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.21. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.22. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.23. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.24. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.25. Intenzitet efekta u ovisnosti o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“, odnosno komplementarnu boju pozadine
- Slika 3.26. Promjena svjetline za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, „crnu“ boju pozadine, na Gloss papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.27. Promjena svjetline za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na Gloss papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.28. Promjena svjetline za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, „crnu“ boju pozadine, na Semimatte papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.29. Promjena svjetline za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na Semimatte papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla

- Slika 3.30. Promjena svjetline za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na zaslonu računala u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.31. Promjena svjetline za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju boje umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na zaslonu računala u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.32. Promjena kromatičnosti za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na Gloss papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.33. Promjena kromatičnosti za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na Gloss papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.34. Promjena kromatičnosti za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na Semimatte papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.35. Promjena kromatičnosti za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na Semimatte papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.36. Promjena kromatičnosti za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na zaslonu računala u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.37. Promjena kromatičnosti za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na zaslonu računala u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.38. Promjena tona za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na Gloss papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.39. Promjena tona za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na Gloss papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.40. Promjena tona za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na Semimatte papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.41. Promjena tona za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na Semimatte papiru u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.42. Promjena tona za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, "crnu" boju pozadine, na zaslonu računala u ovisnosti o tri izvora svjetla
- Slika 3.43. Promjena tona za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine, na zaslonu računala u ovisnosti o tri izvora svjetla



## Popis tabela

- Tabela 2.1. CIE standardni izvori svjetlosti (*Sharma A., «Understanding Color Management», Thomson Delmar Learning, New York, 2004. Str. 58*)
- Tabela 2.2. Vrednovanje kolorimetrijske razlike boja (*«Colour & Quality», Heidelberger Druckmaschinen AG, 1999., str. 81.*)
- Tabela 2.3. Mogućnost predviđanja različitih percepcijskih atributa i psihofizikalnih vizualnih efekata kod pojedinih modela pojavnosti boja (*Fairchild M. D., «Color Appearance Models», Second Edition, The Wiley-IST Series in Imaging Science and Technology, 2005., str. 281*)
- Tabela 3.1. Kombinacija odabira boja primarnog stimulusa
- Tabela 3.2. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.3. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.4. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.5. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.6. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.7. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.8. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.9. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.10. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

- Tabela 3.11. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.12. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.13. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.14. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za crvenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.15. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za zelenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.16. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za plavu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.17. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za cyan boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.18. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za magenta boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.19. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o izvoru svjetla za žutu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.20. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.21. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za zelenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.22. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za plavu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.23. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za cyan boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

- Tabela 3.24. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za magenta boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.25. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla D65 te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.26. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.27. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.28. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za plavu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.29. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za cyan boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.30. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za magenta boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.31. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla CWF te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.32. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za crvenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.33. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za zelenu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.34. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za plavu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.35. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za cyan boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.36. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za magenta boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine

- Tabela 3.37. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o mediju za žutu boju umetnutog segmenta, izvor svjetla A te „crnu“ odnosno komplementarnu boju pozadine
- Tabela 3.38. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za crvenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.39. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za zelenu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.40. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za plavu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.41. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za cyan boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.42. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za magenta boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.43. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za žutu boju umetnutog segmenta, Gloss papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.44. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za crvenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.45. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za zelenu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.46. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za plavu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.47. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za cyan boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.48. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za magenta boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.49. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za žutu boju umetnutog segmenta, Semimatte papir kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A

- Tabela 3.50. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za crvenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.51. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za zelenu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.52. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za plavu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.53. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za cyan boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.54. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za magenta boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.55. Rezultati Mann-Whitney testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji pozadine za žutu boju umetnutog segmenta, zaslon računala kao medij te izvore svjetla D65, CWF i A
- Tabela 3.56. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla D65, medij Gloss papir te „crnu“ odnosno komplementarnu pozadinu
- Tabela 3.57. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla D65, medij Semimatte papir te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu
- Tabela 3.58. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla D65, medij zaslon računala te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu
- Tabela 3.59. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla CWF, medij Gloss papir te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu
- Tabela 3.60. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla CWF, medij Semimatte papir te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu
- Tabela 3.61. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla CWF, medij zaslon računala te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu
- Tabela 3.62. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla A, medij Gloss papir te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu

Tabela 3.63. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla A, medij Semimatte papir te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu

Tabela 3.64. Rezultati Kruskal-Wallis testa koji se odnose na intenzitet efekta ovisno o boji umetnutog segmenta za izvor svjetla A, medij zaslon računala te „crnu“, odnosno komplementarnu pozadinu

**Prilozi A1** *Vrijednosti CIE  $L^*a^*b^*$  i kolorimetrijske razlike boja  $\Delta E^*_{94}$  za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, „crnu“ boju pozadine primarnog stimulusa, tri CIE standardna izvora svjetla (D65, CWF i A), te Gloss papir kao medij*

**Prilozi A2** *Vrijednosti CIE  $L^*a^*b^*$  i kolorimetrijske razlike boja  $\Delta E^*_{94}$  za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine primarnog stimulusa, tri CIE standardna izvora svjetla (D65, CWF i A), te Gloss papir kao medij*

**Prilozi A3** *Vrijednosti CIE  $L^*a^*b^*$  i kolorimetrijske razlike boja  $\Delta E^*_{94}$  za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, „crnu“ boju pozadine primarnog stimulusa, tri CIE standardna izvora svjetla (D65, CWF i A), te Semimatte papir kao medij*

**Prilozi A4** *Vrijednosti CIE  $L^*a^*b^*$  i kolorimetrijske razlike boja  $\Delta E^*_{94}$  za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine primarnog stimulusa, tri CIE standardna izvora svjetla (D65, CWF i A), te Semimatte papir kao medij*

**Prilozi A5** *Vrijednosti CIE  $L^*a^*b^*$  i kolorimetrijske razlike boja  $\Delta E^*_{94}$  za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, „crnu“ boju pozadine primarnog stimulusa, tri CIE standardna izvora svjetla (D65, CWF i A), te zaslon računala kao medij*

**Prilozi A6** *Vrijednosti CIE  $L^*a^*b^*$  i kolorimetrijske razlike boja  $\Delta E^*_{94}$  za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, komplementarnu boju pozadine primarnog stimulusa, tri CIE standardna izvora svjetla (D65, CWF i A), te zaslon računala kao medij*

# Prilozi A1

Ispitanik	crvena boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina											
	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,2	-0,1	0,1	1,3	93	0,3	-0,4	1,2	93,1	0,7	-0,2	1,4
2	93,2	-0,1	0,1	1,3	93	0,3	-0,4	1,2	92,3	1,3	0,5	2,6
3	93,2	-0,1	0,1	1,3	92,1	0,7	0,3	2,4	92,3	1,3	0,5	2,6
4	93,2	-0,1	0,1	1,3	94	-0,2	-0,9	0	92,3	1,3	0,5	2,6
5	89,3	2,9	1,6	6,3	92,1	0,7	0,3	2,4	91,9	2	0,7	3,4
6	91,8	0,9	0,9	3,2	92,1	0,7	0,3	2,4	94,1	-0,2	-0,8	0
7	92,3	0,3	0,8	2,5	93	0,3	-0,4	1,2	94,1	-0,2	-0,8	0
8	89,3	2,9	1,6	6,3	91,7	1,2	0,5	3	93,1	0,7	-0,2	1,4
9	93,2	-0,1	0,1	1,3	93	0,3	-0,4	1,2	92,3	1,3	0,5	2,6
10	91,8	0,9	0,9	3,2	88,9	3,4	1,5	6,6	92,3	1,3	0,5	2,6
11	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	94,1	-0,2	-0,8	0
12	90	2,1	1,5	5,4	90,7	1,7	1	4,3	92,3	1,3	0,5	2,6
13	93,2	-0,1	0,1	1,3	93	0,3	-0,4	1,2	94,1	-0,2	-0,8	0
14	94,2	-0,8	-0,4	0	93	0,3	-0,4	1,2	93,1	0,7	-0,2	1,4
15	92,3	0,3	0,8	2,5	92,1	0,7	0,3	2,4	92,3	1,3	0,5	2,6
16	91,8	0,9	0,9	3,2	92,1	0,7	0,3	2,4	94,1	-0,2	-0,8	0
17	92,3	0,3	0,8	2,5	93	0,3	-0,4	1,2	94,1	-0,2	-0,8	0
18	89,3	2,9	1,6	6,3	91,7	1,2	0,5	3	93,1	0,7	-0,2	1,4
19	93,2	-0,1	0,1	1,3	93	0,3	-0,4	1,2	92,3	1,3	0,5	2,6
20	91,8	0,9	0,9	3,2	88,9	3,4	1,5	6,6	92,3	1,3	0,5	2,6
21	93,2	-0,1	0,1	1,3	93	0,3	-0,4	1,2	93,1	0,7	-0,2	1,4
22	93,2	-0,1	0,1	1,3	93	0,3	-0,4	1,2	92,3	1,3	0,5	2,6
23	93,2	-0,1	0,1	1,3	92,1	0,7	0,3	2,4	92,3	1,3	0,5	2,6
24	93,2	-0,1	0,1	1,3	94	-0,2	-0,9	0	92,3	1,3	0,5	2,6
25	89,3	2,9	1,6	6,3	92,1	0,7	0,3	2,4	91,9	2	0,7	3,4
26	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	94,1	-0,2	-0,8	0
27	90	2,1	1,5	5,4	90,7	1,7	1	4,3	92,3	1,3	0,5	2,6
28	93,2	-0,1	0,1	1,3	93	0,3	-0,4	1,2	94,1	-0,2	-0,8	0
29	94,2	-0,8	-0,4	0	93	0,3	-0,4	1,2	93,1	0,7	-0,2	1,4
30	92,3	0,3	0,8	2,5	92,1	0,7	0,3	2,4	92,3	1,3	0,5	2,6
Srednja vrijednost	92,3	0,54	0,53	2,48	92,4	0,7	0	2,05	92,9	0,83	0,03	1,72

Ispitanik	zelena boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina											
	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,2	-1,8	1,7	2,4	93	-1,3	1,2	2,5	93	-1,2	1,1	2,3
2	92,8	-2,6	2,5	3,5	93	-1,3	1,2	2,5	93	-1,2	1,1	2,3
3	93,4	-1,4	0,6	1,3	93,2	-0,8	0,1	1,3	93	-1,2	1,1	2,3
4	93,4	-1,4	0,6	1,3	93	-1,3	1,2	2,5	94	0	-0,7	0
5	93,4	-1,4	0,6	1,3	93	-1,3	1,2	2,5	92,3	-2,6	2,4	4,1
6	91,7	-4,3	5,2	6,6	92,3	-2,5	2,8	4,4	91,4	-3,8	4	6,2
7	92,8	-2,6	2,5	3,5	93	-1,3	1,2	2,5	93,3	-0,8	0,1	1,3
8	92,5	-3,1	3,3	4,4	93	-1,3	1,2	2,5	92,6	-2	1,7	3,3
9	92,5	-3,1	3,3	4,4	92,5	-2	2	3,5	92,6	-2	1,7	3,3
10	92,8	-2,6	2,5	3,5	93	-1,3	1,2	2,5	93,3	-0,8	0,1	1,3
11	93,2	-1,8	1,7	2,4	93,2	-0,8	0,1	1,3	94	0	-0,7	0
12	92,8	-2,6	2,5	3,5	93	-1,3	1,2	2,5	93,3	-0,8	0,1	1,3
13	93,4	-1,4	0,6	1,3	93,2	-0,8	0,1	1,3	94	0	-0,7	0
14	93,2	-1,8	1,7	2,4	93	-1,3	1,2	2,5	93,3	-0,8	0,1	1,3
15	93,2	-1,8	1,7	2,4	93	-1,3	1,2	2,5	94	0	-0,7	0
16	91,7	-4,3	5,2	6,6	92,3	-2,5	2,8	4,4	91,4	-3,8	4	6,2
17	92,8	-2,6	2,5	3,5	93	-1,3	1,2	2,5	93,3	-0,8	0,1	1,3
18	92,5	-3,1	3,3	4,4	93	-1,3	1,2	2,5	92,6	-2	1,7	3,3
19	92,5	-3,1	3,3	4,4	92,5	-2	2	3,5	92,6	-2	1,7	3,3
20	92,8	-2,6	2,5	3,5	93	-1,3	1,2	2,5	93,3	-0,8	0,1	1,3
21	93,2	-1,8	1,7	2,4	93	-1,3	1,2	2,5	93	-1,2	1,1	2,3
22	92,8	-2,6	2,5	3,5	93	-1,3	1,2	2,5	93	-1,2	1,1	2,3
23	93,4	-1,4	0,6	1,3	93,2	-0,8	0,1	1,3	93	-1,2	1,1	2,3
24	93,4	-1,4	0,6	1,3	93	-1,3	1,2	2,5	94	0	-0,7	0
25	93,4	-1,4	0,6	1,3	93	-1,3	1,2	2,5	92,3	-2,6	2,4	4,1
26	93,2	-1,8	1,7	2,4	93,2	-0,8	0,1	1,3	94	0	-0,7	0
27	92,8	-2,6	2,5	3,5	93	-1,3	1,2	2,5	93,3	-0,8	0,1	1,3
28	93,4	-1,4	0,6	1,3	93,2	-0,8	0,1	1,3	94	0	-0,7	0
29	93,2	-1,8	1,7	2,4	93	-1,3	1,2	2,5	93,3	-0,8	0,1	1,3
30	93,2	-1,8	1,7	2,4	93	-1,3	1,2	2,5	94	0	-0,7	0
Srednja vrijednost	93	-2,25	2,07	2,95	93	-1,33	1,14	2,45	93,1	-1,15	0,71	1,93



# Prilozi A1

plava boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
2	93	-0,3	-1,5	1,5	93,8	-0,1	-0,9	0	91,9	0,7	-2,5	2,6
3	93	-0,3	-1,5	1,5	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
4	91,2	0	-3,2	3	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
5	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
6	94	-0,6	-0,4	0	91,8	0,6	-2,8	2,8	93,9	0	-0,8	0
7	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
8	93	-0,3	-1,5	1,5	92,8	0,3	-2	1,6	92,9	0,5	-1,7	1,4
9	93	-0,3	-1,5	1,5	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
10	93	-0,3	-1,5	1,5	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
11	92	-0,2	-2,2	2,6	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
12	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
13	93	-0,3	-1,5	1,5	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
14	92	-0,2	-2,2	2,6	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
15	93	-0,3	-1,5	1,5	92,8	0,3	-2	1,6	93,9	0	-0,8	0
16	94	-0,6	-0,4	0	91,8	0,6	-2,8	2,8	93,9	0	-0,8	0
17	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
18	93	-0,3	-1,5	1,5	92,8	0,3	-2	1,6	92,9	0,5	-1,7	1,4
19	93	-0,3	-1,5	1,5	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
20	93	-0,3	-1,5	1,5	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
21	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
22	93	-0,3	-1,5	1,5	93,8	-0,1	-0,9	0	91,9	0,7	-2,5	2,6
23	93	-0,3	-1,5	1,5	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
24	91,2	0	-3,2	3	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
25	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
26	92	-0,2	-2,2	2,6	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
27	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
28	93	-0,3	-1,5	1,5	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
29	92	-0,2	-2,2	2,6	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
30	93	-0,3	-1,5	1,5	92,8	0,3	-2	1,6	93,9	0	-0,8	0
Srednja vrijednost	93,1	-0,37	-1,34	1,25	93,5	0	-1,17	0,4	93,7	0,08	-0,97	0,27

cyan boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,3	-1,6	-0,6	1,2	93,1	-0,9	-1,2	1,2	93,2	-1	-1,2	1,3
2	92,8	-2,6	-1	2,3	92,7	-1,3	-1,4	1,8	93,7	-0,5	-1,2	0,7
3	93	-2,2	-0,8	1,9	93,1	-0,9	-1,2	1,2	93,7	-0,5	-1,2	0,7
4	93	-2,2	-0,8	1,9	93,1	-0,9	-1,2	1,2	94,1	0	-0,8	0
5	92,8	-2,6	-1	2,3	92,7	-1,3	-1,4	1,8	92	-3,1	-1,9	3,7
6	91,8	-4,5	-1,4	4,4	91,7	-2,6	-2,2	3,4	91,8	-3,4	-2,2	4,1
7	93,7	-1,1	-0,7	0,7	93,5	-0,5	-1,3	0,6	93,2	-1	-1,2	1,3
8	92,6	-3,1	-1,1	2,8	92,7	-1,3	-1,4	1,8	93,7	-0,5	-1,2	0,7
9	93	-2,2	-0,8	1,9	93,1	-0,9	-1,2	1,2	92,6	-2	-1,7	2,5
10	93,7	-1,1	-0,7	0,7	93,5	-0,5	-1,3	0,6	94,1	0	-0,8	0
11	92,2	-4	-1,3	3,7	94	-0,1	-0,9	0	92,8	-1,6	-1,4	2
12	92,6	-3,1	-1,1	2,8	92,5	-1,6	-1,7	2,2	93,2	-1	-1,2	1,3
13	93,3	-1,6	-0,6	1,2	93,5	-0,5	-1,3	0,6	94,1	0	-0,8	0
14	92,8	-2,6	-1	2,3	92,7	-1,3	-1,4	1,8	93,2	-1	-1,2	1,3
15	93	-2,2	-0,8	1,9	93,1	-0,9	-1,2	1,2	93,7	-0,5	-1,2	0,7
16	91,8	-4,5	-1,4	4,4	91,7	-2,6	-2,2	3,4	91,8	-3,4	-2,2	4,1
17	93,7	-1,1	-0,7	0,7	93,5	-0,5	-1,3	0,6	93,2	-1	-1,2	1,3
18	92,6	-3,1	-1,1	2,8	92,7	-1,3	-1,4	1,8	93,7	-0,5	-1,2	0,7
19	93	-2,2	-0,8	1,9	93,1	-0,9	-1,2	1,2	92,6	-2	-1,7	2,5
20	93,7	-1,1	-0,7	0,7	93,5	-0,5	-1,3	0,6	94,1	0	-0,8	0
21	92,2	-4	-1,3	3,7	94	-0,1	-0,9	0	92,8	-1,6	-1,4	2
22	92,6	-3,1	-1,1	2,8	92,5	-1,6	-1,7	2,2	93,2	-1	-1,2	1,3
23	93,3	-1,6	-0,6	1,2	93,5	-0,5	-1,3	0,6	94,1	0	-0,8	0
24	92,8	-2,6	-1	2,3	92,7	-1,3	-1,4	1,8	93,2	-1	-1,2	1,3
25	93	-2,2	-0,8	1,9	93,1	-0,9	-1,2	1,2	93,7	-0,5	-1,2	0,7
26	93,3	-1,6	-0,6	1,2	93,1	-0,9	-1,2	1,2	93,2	-1	-1,2	1,3
27	92,8	-2,6	-1	2,3	92,7	-1,3	-1,4	1,8	93,7	-0,5	-1,2	0,7
28	93	-2,2	-0,8	1,9	93,1	-0,9	-1,2	1,2	93,7	-0,5	-1,2	0,7
29	93	-2,2	-0,8	1,9	93,1	-0,9	-1,2	1,2	94,1	0	-0,8	0
30	92,8	-2,6	-1	2,3	92,7	-1,3	-1,4	1,8	92	-3,1	-1,9	3,7
Srednja vrijednost	92,9	-2,45	-0,91	2,13	93	-1,03	-1,35	1,37	93,3	-1,07	-1,28	1,35

# Prilozi A1

Ispitanik	magenta boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina											
	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	92,5	1	-2	2,8	92,4	1,5	-2,5	2,8	93,5	1	-1,4	1,4
2	91,9	1,7	-2,5	3,8	93,3	0,8	-1,6	1,4	92,6	1,9	-2	2,7
3	92,5	1	-2	2,8	93,3	0,8	-1,6	1,4	92	2,8	-2,4	3,7
4	92,5	1	-2	2,8	93,3	0,8	-1,6	1,4	93,9	0	-0,5	0
5	92,5	1	-2	2,8	92,4	1,5	-2,5	2,8	91,4	3,8	-3	4,9
6	89,9	4,2	-4,7	7,4	93,8	-0,1	-0,5	0	91,4	3,8	-3	4,9
7	92,5	1	-2	2,8	91,7	2,2	-3	3,8	93,5	1	-1,4	1,4
8	90,5	3,3	-4,1	6,3	91,7	2,2	-3	3,8	92,6	1,9	-2	2,7
9	91,3	2,6	-3,3	5	90,3	3,8	-4,7	6,3	92	2,8	-2,4	3,7
10	92,5	1	-2	2,8	92,4	1,5	-2,5	2,8	93,9	0	-0,5	0
11	91,3	2,6	-3,3	5	93,8	-0,1	-0,5	0	93,5	1	-1,4	1,4
12	91,3	2,6	-3,3	5	91,7	2,2	-3	3,8	93,5	1	-1,4	1,4
13	92,5	1	-2	2,8	93,3	0,8	-1,6	1,4	93,9	0	-0,5	0
14	93,5	0,3	-1,2	1,5	93,3	0,8	-1,6	1,4	93,9	0	-0,5	0
15	92,5	1	-2	2,8	93,3	0,8	-1,6	1,4	92,6	1,9	-2	2,7
16	89,9	4,2	-4,7	7,4	93,8	-0,1	-0,5	0	91,4	3,8	-3	4,9
17	92,5	1	-2	2,8	91,7	2,2	-3	3,8	93,5	1	-1,4	1,4
18	90,5	3,3	-4,1	6,3	91,7	2,2	-3	3,8	92,6	1,9	-2	2,7
19	91,3	2,6	-3,3	5	90,3	3,8	-4,7	6,3	92	2,8	-2,4	3,7
20	92,5	1	-2	2,8	92,4	1,5	-2,5	2,8	93,9	0	-0,5	0
21	91,3	2,6	-3,3	5	93,8	-0,1	-0,5	0	93,5	1	-1,4	1,4
22	91,3	2,6	-3,3	5	91,7	2,2	-3	3,8	93,5	1	-1,4	1,4
23	92,5	1	-2	2,8	93,3	0,8	-1,6	1,4	93,9	0	-0,5	0
24	93,5	0,3	-1,2	1,5	93,3	0,8	-1,6	1,4	93,9	0	-0,5	0
25	92,5	1	-2	2,8	93,3	0,8	-1,6	1,4	92,6	1,9	-2	2,7
26	92,5	1	-2	2,8	92,4	1,5	-2,5	2,8	93,5	1	-1,4	1,4
27	91,9	1,7	-2,5	3,8	93,3	0,8	-1,6	1,4	92,6	1,9	-2	2,7
28	92,5	1	-2	2,8	93,3	0,8	-1,6	1,4	92	2,8	-2,4	3,7
29	92,5	1	-2	2,8	93,3	0,8	-1,6	1,4	93,9	0	-0,5	0
30	92,5	1	-2	2,8	92,4	1,5	-2,5	2,8	91,4	3,8	-3	4,9
Srednja vrijednost	92	1,69	-2,56	3,76	92,7	1,3	-2,12	2,3	92,9	1,53	-1,63	2,06

Ispitanik	žuta boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina											
	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
2	93,3	-1	4,8	4,7	93,3	-1	4,8	4,7	93,2	-0,4	5,2	5,5
3	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,9	0,1	-0,5	0
4	93,5	-0,9	3,6	3,6	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
5	93,6	-0,8	2,2	2,3	93,5	-0,6	1,9	2,5	93,9	0,1	-0,5	0
6	94	-0,6	-0,2	0	93,3	-1	4,8	4,7	93,9	0,1	-0,5	0
7	94	-0,6	-0,2	0	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,9	0,1	-0,5	0
8	93,6	-0,8	2,2	2,3	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,6	-0,2	1,7	2,2
9	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,6	-0,2	1,7	2,2
10	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,5	-0,6	1,9	2,5	93,9	0,1	-0,5	0
11	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,6	-0,2	1,7	2,2
12	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,6	0	0,3	0,8
13	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
14	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
15	93,6	-0,8	2,2	2,3	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,9	0,1	-0,5	0
16	94	-0,6	-0,2	0	93,3	-1	4,8	4,7	93,9	0,1	-0,5	0
17	94	-0,6	-0,2	0	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,9	0,1	-0,5	0
18	93,6	-0,8	2,2	2,3	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,6	-0,2	1,7	2,2
19	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,6	-0,2	1,7	2,2
20	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,5	-0,6	1,9	2,5	93,9	0,1	-0,5	0
21	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
22	93,3	-1	4,8	4,7	93,3	-1	4,8	4,7	93,2	-0,4	5,2	5,5
23	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,9	0,1	-0,5	0
24	93,5	-0,9	3,6	3,6	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
25	93,6	-0,8	2,2	2,3	93,5	-0,6	1,9	2,5	93,9	0,1	-0,5	0
26	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,6	-0,2	1,7	2,2
27	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,6	0	0,3	0,8
28	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
29	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
30	93,6	-0,8	2,2	2,3	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,9	0,1	-0,5	0
Srednja vrijednost	93,8	-0,69	1,05	1,19	93,6	-0,35	0,75	1,26	93,8	0	0,37	0,86

## Prilozi A2

crvena boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	93,1	0,7	-0,2	1,4
2	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	92,3	1,3	0,5	2,6
3	94,2	-0,8	-0,4	0	93	0,3	-0,4	1,2	92,3	1,3	0,5	2,6
4	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	94,1	-0,2	-0,8	0
5	94,2	-0,8	-0,4	0	93	0,3	-0,4	1,2	91,9	2	0,7	3,4
6	94,2	-0,8	-0,4	0	92,1	0,7	0,3	2,4	92,3	1,3	0,5	2,6
7	94,2	-0,8	-0,4	0	93	0,3	-0,4	1,2	92,3	1,3	0,5	2,6
8	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	93,1	0,7	-0,2	1,4
9	94,2	-0,8	-0,4	0	93	0,3	-0,4	1,2	91,9	2	0,7	3,4
10	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	94,1	-0,2	-0,8	0
11	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	94,1	-0,2	-0,8	0
12	93,2	-0,1	0,1	1,3	91,7	1,2	0,5	3	92,3	1,3	0,5	2,6
13	94,2	-0,8	-0,4	0	93	0,3	-0,4	1,2	94,1	-0,2	-0,8	0
14	94,2	-0,8	-0,4	0	92,1	0,7	0,3	2,4	93,1	0,7	-0,2	1,4
15	92,3	0,3	0,8	2,5	91,7	1,2	0,5	3	93,1	0,7	-0,2	1,4
16	94,2	-0,8	-0,4	0	92,1	0,7	0,3	2,4	92,3	1,3	0,5	2,6
17	94,2	-0,8	-0,4	0	93	0,3	-0,4	1,2	92,3	1,3	0,5	2,6
18	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	93,1	0,7	-0,2	1,4
19	94,2	-0,8	-0,4	0	93	0,3	-0,4	1,2	91,9	2	0,7	3,4
20	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	94,1	-0,2	-0,8	0
21	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	93,1	0,7	-0,2	1,4
22	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	92,3	1,3	0,5	2,6
23	94,2	-0,8	-0,4	0	93	0,3	-0,4	1,2	92,3	1,3	0,5	2,6
24	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	94,1	-0,2	-0,8	0
25	94,2	-0,8	-0,4	0	93	0,3	-0,4	1,2	91,9	2	0,7	3,4
26	94,2	-0,8	-0,4	0	94	-0,2	-0,9	0	94,1	-0,2	-0,8	0
27	93,2	-0,1	0,1	1,3	91,7	1,2	0,5	3	92,3	1,3	0,5	2,6
28	94,2	-0,8	-0,4	0	93	0,3	-0,4	1,2	94,1	-0,2	-0,8	0
29	94,2	-0,8	-0,4	0	92,1	0,7	0,3	2,4	93,1	0,7	-0,2	1,4
30	92,3	0,3	0,8	2,5	91,7	1,2	0,5	3	93,1	0,7	-0,2	1,4
Srednja vrijednost	94	-0,68	-0,29	0,25	93,1	0,27	-0,39	1,12	92,9	0,83	-0,01	1,69

zelena boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,4	-1,4	0,6	1,3	93,2	-0,8	0,1	1,3	93,3	-0,8	0,1	1,3
2	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
3	93,4	-1,4	0,6	1,3	93,2	-0,8	0,1	1,3	94	0	-0,7	0
4	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
5	93,4	-1,4	0,6	1,3	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
6	92,5	-3,1	3,3	4,4	92,5	-2	2	3,5	94	0	-0,7	0
7	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	93,3	-0,8	0,1	1,3
8	93,2	-1,8	1,7	2,4	93,2	-0,8	0,1	1,3	93,3	-0,8	0,1	1,3
9	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
10	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
11	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
12	94,1	-0,6	-0,3	0	93,2	-0,8	0,1	1,3	94	0	-0,7	0
13	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
14	93,4	-1,4	0,6	1,3	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
15	92,8	-2,6	2,5	3,5	93	-1,3	1,2	2,5	93,3	-0,8	0,1	1,3
16	92,5	-3,1	3,3	4,4	92,5	-2	2	3,5	94	0	-0,7	0
17	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	93,3	-0,8	0,1	1,3
18	93,2	-1,8	1,7	2,4	93,2	-0,8	0,1	1,3	93,3	-0,8	0,1	1,3
19	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
20	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
21	93,4	-1,4	0,6	1,3	93,2	-0,8	0,1	1,3	93,3	-0,8	0,1	1,3
22	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
23	93,4	-1,4	0,6	1,3	93,2	-0,8	0,1	1,3	94	0	-0,7	0
24	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
25	93,4	-1,4	0,6	1,3	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
26	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
27	94,1	-0,6	-0,3	0	93,2	-0,8	0,1	1,3	94	0	-0,7	0
28	94,1	-0,6	-0,3	0	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
29	93,4	-1,4	0,6	1,3	93,9	-0,1	-0,8	0	94	0	-0,7	0
30	92,8	-2,6	2,5	3,5	93	-1,3	1,2	2,5	93,3	-0,8	0,1	1,3
Srednja vrijednost	93,7	-1,19	0,5	1,03	93,6	-0,49	-0,24	0,75	93,8	-0,21	-0,49	0,35

## Prilozi A2

plava boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	92,9	0,5	-1,7	1,4
2	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
3	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
4	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
5	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
6	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
7	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
8	93	-0,3	-1,5	1,5	91,8	0,6	-2,8	2,8	91,1	0,9	-3,4	3,8
9	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
10	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
11	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
12	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
13	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
14	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
15	94	-0,6	-0,4	0	92,8	0,3	-2	1,6	93,9	0	-0,8	0
16	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
17	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
18	93	-0,3	-1,5	1,5	91,8	0,6	-2,8	2,8	91,1	0,9	-3,4	3,8
19	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
20	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
21	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	92,9	0,5	-1,7	1,4
22	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
23	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
24	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
25	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
26	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
27	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
28	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
29	94	-0,6	-0,4	0	93,8	-0,1	-0,9	0	93,9	0	-0,8	0
30	94	-0,6	-0,4	0	92,8	0,3	-2	1,6	93,9	0	-0,8	0
Srednja vrijednost	93,9	-0,58	-0,47	0,1	93,6	-0,03	-1,1	0,29	93,6	0,09	-1,03	0,35

cyan boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,7	-1,1	-0,7	0,7	93,5	-0,5	-1,3	0,6	93,7	-0,5	-1,2	0,7
2	93,7	-1,1	-0,7	0,7	94	-0,1	-0,9	0	94,1	0	-0,8	0
3	93,3	-1,6	-0,6	1,2	93,5	-0,5	-1,3	0,6	94,1	0	-0,8	0
4	94,2	-0,7	-0,5	0	94	-0,1	-0,9	0	94,1	0	-0,8	0
5	93,3	-1,6	-0,6	1,2	94	-0,1	-0,9	0	94,1	0	-0,8	0
6	92,3	-3,7	-1	3,4	91,9	-2,4	-1,8	3,1	94,1	0	-0,8	0
7	93,3	-1,6	-0,6	1,2	93,5	-0,5	-1,3	0,6	93,7	-0,5	-1,2	0,7
8	93,7	-1,1	-0,7	0,7	93,1	-0,9	-1,2	1,2	92,8	-1,6	-1,4	2
9	92,2	-4	-1,3	3,7	94	-0,1	-0,9	0	93,2	-1	-1,2	1,3
10	94,2	-0,7	-0,5	0	94	-0,1	-0,9	0	94,1	0	-0,8	0
11	94,2	-0,7	-0,5	0	94	-0,1	-0,9	0	94,1	0	-0,8	0
12	93,3	-1,6	-0,6	1,2	93,5	-0,5	-1,3	0,6	94,1	0	-0,8	0
13	93,7	-1,1	-0,7	0,7	94	-0,1	-0,9	0	94,1	0	-0,8	0
14	93,3	-1,6	-0,6	1,2	93,5	-0,5	-1,3	0,6	93,7	-0,5	-1,2	0,7
15	92,8	-2,6	-1	2,3	93,5	-0,5	-1,3	0,6	94,1	0	-0,8	0
16	92,3	-3,7	-1	3,4	91,9	-2,4	-1,8	3,1	94,1	0	-0,8	0
17	93,3	-1,6	-0,6	1,2	93,5	-0,5	-1,3	0,6	93,7	-0,5	-1,2	0,7
18	93,7	-1,1	-0,7	0,7	93,1	-0,9	-1,2	1,2	92,8	-1,6	-1,4	2
19	92,2	-4	-1,3	3,7	94	-0,1	-0,9	0	93,2	-1	-1,2	1,3
20	94,2	-0,7	-0,5	0	94	-0,1	-0,9	0	94,1	0	-0,8	0
21	94,2	-0,7	-0,5	0	94	-0,1	-0,9	0	94,1	0	-0,8	0
22	93,3	-1,6	-0,6	1,2	93,5	-0,5	-1,3	0,6	94,1	0	-0,8	0
23	93,7	-1,1	-0,7	0,7	94	-0,1	-0,9	0	94,1	0	-0,8	0
24	93,3	-1,6	-0,6	1,2	93,5	-0,5	-1,3	0,6	93,7	-0,5	-1,2	0,7
25	92,8	-2,6	-1	2,3	93,5	-0,5	-1,3	0,6	94,1	0	-0,8	0
26	93,7	-1,1	-0,7	0,7	93,5	-0,5	-1,3	0,6	93,7	-0,5	-1,2	0,7
27	93,7	-1,1	-0,7	0,7	94	-0,1	-0,9	0	94,1	0	-0,8	0
28	93,3	-1,6	-0,6	1,2	93,5	-0,5	-1,3	0,6	94,1	0	-0,8	0
29	94,2	-0,7	-0,5	0	94	-0,1	-0,9	0	94,1	0	-0,8	0
30	93,3	-1,6	-0,6	1,2	94	-0,1	-0,9	0	94,1	0	-0,8	0
Srednja vrijednost	93,4	-1,65	-0,71	1,21	93,6	-0,47	-1,14	0,53	93,9	-0,27	-0,95	0,36

## Prilozi A2

magenta boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,5	0,3	-1,2	1,5	93,8	-0,1	-0,5	0	93,9	0	-0,5	0
2	94	-0,6	-0,1	0	93,8	-0,1	-0,5	0	93,5	1	-1,4	1,4
3	94	-0,6	-0,1	0	93,3	0,8	-1,6	1,4	92,6	1,9	-2	2,7
4	94	-0,6	-0,1	0	93,8	-0,1	-0,5	0	93,9	0	-0,5	0
5	94	-0,6	-0,1	0	93,3	0,8	-1,6	1,4	92,6	1,9	-2	2,7
6	94	-0,6	-0,1	0	91,7	2,2	-3	3,8	93,9	0	-0,5	0
7	94	-0,6	-0,1	0	93,3	0,8	-1,6	1,4	92,6	1,9	-2	2,7
8	93,5	0,3	-1,2	1,5	91,7	2,2	-3	3,8	92,6	1,9	-2	2,7
9	93,5	0,3	-1,2	1,5	92,4	1,5	-2,5	2,8	92,6	1,9	-2	2,7
10	94	-0,6	-0,1	0	93,3	0,8	-1,6	1,4	92	2,8	-2,4	3,7
11	94	-0,6	-0,1	0	93,8	-0,1	-0,5	0	93,5	1	-1,4	1,4
12	94	-0,6	-0,1	0	93,3	0,8	-1,6	1,4	92	2,8	-2,4	3,7
13	94	-0,6	-0,1	0	93,3	0,8	-1,6	1,4	93,5	1	-1,4	1,4
14	92,5	1	-2	2,8	93,8	-0,1	-0,5	0	93,9	0	-0,5	0
15	92,5	1	-2	2,8	92,4	1,5	-2,5	2,8	93,5	1	-1,4	1,4
16	94	-0,6	-0,1	0	91,7	2,2	-3	3,8	93,9	0	-0,5	0
17	94	-0,6	-0,1	0	93,3	0,8	-1,6	1,4	92,6	1,9	-2	2,7
18	93,5	0,3	-1,2	1,5	91,7	2,2	-3	3,8	92,6	1,9	-2	2,7
19	93,5	0,3	-1,2	1,5	92,4	1,5	-2,5	2,8	92,6	1,9	-2	2,7
20	94	-0,6	-0,1	0	93,3	0,8	-1,6	1,4	92	2,8	-2,4	3,7
21	94	-0,6	-0,1	0	93,8	-0,1	-0,5	0	93,5	1	-1,4	1,4
22	94	-0,6	-0,1	0	93,3	0,8	-1,6	1,4	92	2,8	-2,4	3,7
23	94	-0,6	-0,1	0	93,3	0,8	-1,6	1,4	93,5	1	-1,4	1,4
24	92,5	1	-2	2,8	93,8	-0,1	-0,5	0	93,9	0	-0,5	0
25	92,5	1	-2	2,8	92,4	1,5	-2,5	2,8	93,5	1	-1,4	1,4
26	93,5	0,3	-1,2	1,5	93,8	-0,1	-0,5	0	93,9	0	-0,5	0
27	94	-0,6	-0,1	0	93,8	-0,1	-0,5	0	93,5	1	-1,4	1,4
28	94	-0,6	-0,1	0	93,3	0,8	-1,6	1,4	92,6	1,9	-2	2,7
29	94	-0,6	-0,1	0	93,8	-0,1	-0,5	0	93,9	0	-0,5	0
30	94	-0,6	-0,1	0	93,3	0,8	-1,6	1,4	92,6	1,9	-2	2,7
Srednja vrijednost	93,7	-0,21	-0,57	0,67	93,1	0,78	-1,54	1,44	93,1	1,27	-1,49	1,77

žuta boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
2	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,2	-1	4,6	5,1	93,2	-0,4	5,2	5,5
3	94	-0,6	-0,2	0	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,9	0,1	-0,5	0
4	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
5	93,6	-0,8	2,2	2,3	93,5	-0,6	1,9	2,5	93,9	0,1	-0,5	0
6	93,3	-1	4,8	4,7	93,4	-0,8	3,3	3,9	93,5	-0,3	3	3,5
7	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,8	-0,1	-0,6	0	93,6	-0,2	1,7	2,2
8	93,5	-0,9	3,6	3,6	93,5	-0,6	1,9	2,5	93,3	-0,3	4,2	4,5
9	94	-0,6	-0,2	0	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,5	-0,3	3	3,5
10	94	-0,6	-0,2	0	93,5	-0,6	1,9	2,5	93,5	-0,3	3	3,5
11	94	-0,6	-0,2	0	93,5	-0,6	1,9	2,5	93,9	0,1	-0,5	0
12	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,6	0	0,3	0,8
13	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,6	0	0,3	0,8
14	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
15	93,6	-0,8	2,2	2,3	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,6	0	0,3	0,8
16	93,3	-1	4,8	4,7	93,4	-0,8	3,3	3,9	93,5	-0,3	3	3,5
17	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,8	-0,1	-0,6	0	93,6	-0,2	1,7	2,2
18	93,5	-0,9	3,6	3,6	93,5	-0,6	1,9	2,5	93,3	-0,3	4,2	4,5
19	94	-0,6	-0,2	0	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,5	-0,3	3	3,5
20	94	-0,6	-0,2	0	93,5	-0,6	1,9	2,5	93,5	-0,3	3	3,5
21	94	-0,6	-0,2	0	93,5	-0,6	1,9	2,5	93,9	0,1	-0,5	0
22	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,6	0	0,3	0,8
23	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,6	0	0,3	0,8
24	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
25	93,6	-0,8	2,2	2,3	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,6	0	0,3	0,8
26	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
27	93,6	-0,6	0,7	0,9	93,2	-1	4,6	5,1	93,2	-0,4	5,2	5,5
28	94	-0,6	-0,2	0	93,5	-0,3	0,3	0,9	93,9	0,1	-0,5	0
29	94	-0,6	-0,2	0	93,8	-0,1	-0,6	0	93,9	0,1	-0,5	0
30	93,6	-0,8	2,2	2,3	93,5	-0,6	1,9	2,5	93,9	0,1	-0,5	0
Srednja vrijednost	93,8	-0,67	0,95	1,1	93,6	-0,39	0,91	1,51	93,7	-0,08	1,2	1,67

## Prilozi A3

crvena boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	91,2	0,8	2	3,6	90,5	1,6	1,8	4,2	91,3	2	1,7	3,8
2	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
3	92,4	-0,1	1	1,8	91,5	0,6	0,9	2,6	92,4	0,8	0,6	1,9
4	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
5	91,7	0,3	1,3	2,7	92,3	0,2	0,6	1,8	91,7	1,4	1	2,8
6	92,4	-0,1	1	1,8	92,3	0,2	0,6	1,8	93,8	-0,1	-0,3	0
7	92,4	-0,1	1	1,8	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
8	92,4	-0,1	1	1,8	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
9	91,2	0,8	2	3,6	92,3	0,2	0,6	1,8	93,8	-0,1	-0,3	0
10	91,7	0,3	1,3	2,7	91,1	1	1,7	3,5	91,7	1,4	1	2,8
11	92,4	-0,1	1	1,8	91,5	0,6	0,9	2,6	92,4	0,8	0,6	1,9
12	91,7	0,3	1,3	2,7	91,5	0,6	0,9	2,6	90,8	2,8	2	4,6
13	92,4	-0,1	1	1,8	91,5	0,6	0,9	2,6	93,8	-0,1	-0,3	0
14	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
15	92,4	-0,1	1	1,8	91,5	0,6	0,9	2,6	92,4	0,8	0,6	1,9
16	92,4	-0,1	1	1,8	92,3	0,2	0,6	1,8	93,8	-0,1	-0,3	0
17	92,4	-0,1	1	1,8	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
18	92,4	-0,1	1	1,8	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
19	91,2	0,8	2	3,6	92,3	0,2	0,6	1,8	93,8	-0,1	-0,3	0
20	91,7	0,3	1,3	2,7	91,1	1	1,7	3,5	91,7	1,4	1	2,8
21	92,4	-0,1	1	1,8	91,5	0,6	0,9	2,6	92,4	0,8	0,6	1,9
22	91,7	0,3	1,3	2,7	91,5	0,6	0,9	2,6	90,8	2,8	2	4,6
23	92,4	-0,1	1	1,8	91,5	0,6	0,9	2,6	93,8	-0,1	-0,3	0
24	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
25	92,4	-0,1	1	1,8	91,5	0,6	0,9	2,6	92,4	0,8	0,6	1,9
26	91,2	0,8	2	3,6	90,5	1,6	1,8	4,2	91,3	2	1,7	3,8
27	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
28	92,4	-0,1	1	1,8	91,5	0,6	0,9	2,6	92,4	0,8	0,6	1,9
29	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
30	91,7	0,3	1,3	2,7	92,3	0,2	0,6	1,8	91,7	1,4	1	2,8
Srednja vrijednost	<b>92,4</b>	<b>-0,02</b>	<b>1,01</b>	<b>1,86</b>	<b>92,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,67</b>	<b>1,98</b>	<b>92,4</b>	<b>0,91</b>	<b>0,64</b>	<b>1,95</b>

zeleni boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,3	-2,2	3	3,9	92,7	-1,4	1,8	2,5
2	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,6	-1,6	2,1	2,8	93,1	-0,7	0,5	1,1
3	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,6	-1,6	2,1	2,8	93,1	-0,7	0,5	1,1
4	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	93,1	-0,7	0,5	1,1
5	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,4	-2	2,5	3,5
6	92,5	-2,7	3,5	3,8	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
7	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,3	-2,2	3	3,9	92,7	-1,4	1,8	2,5
8	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
9	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	92,7	-1,4	1,8	2,5
10	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	93,1	-0,7	0,5	1,1
11	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	92,7	-1,4	1,8	2,5
12	91,5	-4,6	6,3	6,9	92,3	-2,2	3	3,9	92,7	-1,4	1,8	2,5
13	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
14	91,9	-3,9	5,1	5,7	91,8	-2,8	3,7	4,8	93,1	-0,7	0,5	1,1
15	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
16	92,5	-2,7	3,5	3,8	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
17	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,3	-2,2	3	3,9	92,7	-1,4	1,8	2,5
18	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
19	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	92,7	-1,4	1,8	2,5
20	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	93,1	-0,7	0,5	1,1
21	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	92,7	-1,4	1,8	2,5
22	91,5	-4,6	6,3	6,9	92,3	-2,2	3	3,9	92,7	-1,4	1,8	2,5
23	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
24	91,9	-3,9	5,1	5,7	91,8	-2,8	3,7	4,8	93,1	-0,7	0,5	1,1
25	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
26	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,3	-2,2	3	3,9	92,7	-1,4	1,8	2,5
27	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,6	-1,6	2,1	2,8	93,1	-0,7	0,5	1,1
28	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,6	-1,6	2,1	2,8	93,1	-0,7	0,5	1,1
29	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	93,1	-0,7	0,5	1,1
30	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,4	-2	2,5	3,5
Srednja vrijednost	<b>92,6</b>	<b>-2,49</b>	<b>3,07</b>	<b>3,35</b>	<b>92,6</b>	<b>-1,57</b>	<b>1,89</b>	<b>2,62</b>	<b>92,9</b>	<b>-1,11</b>	<b>1,28</b>	<b>1,93</b>

## Prilozi A3

plava boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
2	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
3	92,7	-0,5	-0,8	1,5	92,5	0,1	-1,4	1,6	93,7	0,1	-0,2	0
4	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
5	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
6	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
7	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
8	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
9	92	-0,1	-1,5	2,4	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
10	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
11	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
12	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
13	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
14	92	-0,1	-1,5	2,4	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
15	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
16	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
17	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
18	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
19	92	-0,1	-1,5	2,4	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
20	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
21	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
22	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
23	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
24	92	-0,1	-1,5	2,4	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
25	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
26	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
27	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
28	92,7	-0,5	-0,8	1,5	92,5	0,1	-1,4	1,6	93,7	0,1	-0,2	0
29	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
30	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
Srednja vrijednost	93	-0,48	-0,56	1,12	93,5	-0,18	-0,28	0,11	93,7	0,1	-0,2	0

cyan boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,6	-1,4	-0,7	1,6	93	-1	-0,7	1,4
2	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,8	-0,7	-0,4	0,9	92,7	-1,6	-0,8	2
3	92,6	-2,7	-0,3	2,3	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93	-1	-0,7	1,4
4	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93,5	0	1	0
5	92,6	-2,7	-0,3	2,3	92,6	-1,4	-0,7	1,6	93	-1	-0,7	1,4
6	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93,5	0	1	0
7	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,6	-1,4	-0,7	1,6	93	-1	-0,7	1,4
8	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
9	92,6	-2,7	-0,3	2,3	92,6	-1,4	-0,7	1,6	93	-1	-0,7	1,4
10	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,7	-1,6	-0,8	2
11	93	-1,2	0,1	0,9	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93,5	0	1	0
12	92,6	-2,7	-0,3	2,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
13	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92	-2,1	-1,1	2,6	93	-1	-0,7	1,4
14	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,3	-1,8	-1	2,2	93,5	0	1	0
15	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
16	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93,5	0	1	0
17	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,6	-1,4	-0,7	1,6	93	-1	-0,7	1,4
18	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
19	92,6	-2,7	-0,3	2,3	92,6	-1,4	-0,7	1,6	93	-1	-0,7	1,4
20	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,7	-1,6	-0,8	2
21	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,6	-1,4	-0,7	1,6	93	-1	-0,7	1,4
22	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,8	-0,7	-0,4	0,9	92,7	-1,6	-0,8	2
23	92,6	-2,7	-0,3	2,3	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93	-1	-0,7	1,4
24	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93,5	0	1	0
25	92,6	-2,7	-0,3	2,3	92,6	-1,4	-0,7	1,6	93	-1	-0,7	1,4
26	93	-1,2	0,1	0,9	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93,5	0	1	0
27	92,6	-2,7	-0,3	2,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
28	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92	-2,1	-1,1	2,6	93	-1	-0,7	1,4
29	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,3	-1,8	-1	2,2	93,5	0	1	0
30	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
Srednja vrijednost	92,9	-2,07	-0,14	1,67	92,7	-1,13	-0,69	1,41	93,1	-0,81	-0,26	1,11

## Prilozi A3

magenta boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	92,2	1,9	-1,3	2,6
2	93,1	0,2	-0,6	1,4	93,6	-0,2	0	0	93,1	1	-0,8	1,4
3	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
4	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	93,7	0,1	0	0
5	92,2	0,9	-1,1	2,6	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
6	93,1	0,2	-0,6	1,4	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
7	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
8	92,2	0,9	-1,1	2,6	92	1,3	-1,6	2,7	92,2	1,9	-1,3	2,6
9	91,8	1,6	-1,9	3,7	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
10	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
11	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	93,7	0,1	0	0
12	91,8	1,6	-1,9	3,7	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
13	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
14	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,7	0,1	0	0
15	92,2	0,9	-1,1	2,6	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
16	93,1	0,2	-0,6	1,4	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
17	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
18	92,2	0,9	-1,1	2,6	92	1,3	-1,6	2,7	92,2	1,9	-1,3	2,6
19	91,8	1,6	-1,9	3,7	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
20	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
21	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	92,2	1,9	-1,3	2,6
22	93,1	0,2	-0,6	1,4	93,6	-0,2	0	0	93,1	1	-0,8	1,4
23	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
24	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	93,7	0,1	0	0
25	92,2	0,9	-1,1	2,6	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
26	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	93,7	0,1	0	0
27	91,8	1,6	-1,9	3,7	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
28	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
29	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,7	0,1	0	0
30	92,2	0,9	-1,1	2,6	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
Srednja vrijednost	92,5	0,71	-1,01	2,27	92,6	0,82	-1,15	1,82	93	1	-0,72	1,35

žuta boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,2	-1,1	4,1	3,5	93	-1,1	5,2	5,1	93,2	-0,4	3,5	3,5
2	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
3	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
4	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,4	-0,1	0,8	0,9
5	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
6	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
7	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,2	-0,4	3,5	3,5
8	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
9	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
10	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,4	-0,1	0,8	0,9
11	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
12	93,3	-1	2,6	2,2	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
13	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
14	93,3	-1	2,6	2,2	93,5	-0,2	0	0	93,4	-0,1	0,8	0,9
15	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
16	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
17	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,2	-0,4	3,5	3,5
18	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
19	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
20	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,4	-0,1	0,8	0,9
21	93,2	-1,1	4,1	3,5	93	-1,1	5,2	5,1	93,2	-0,4	3,5	3,5
22	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
23	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
24	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,4	-0,1	0,8	0,9
25	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
26	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
27	93,3	-1	2,6	2,2	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
28	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
29	93,3	-1	2,6	2,2	93,5	-0,2	0	0	93,4	-0,1	0,8	0,9
30	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
Srednja vrijednost	93,4	-0,85	1,71	1,3	93,4	-0,39	0,95	0,99	93,5	-0,03	0,73	0,77



# Prilozi A4

crvena boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,9	-0,7	0,1	0	91,5	0,6	0,9	2,6	91,7	1,4	1	2,8
2	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	93,8	-0,1	-0,3	0
3	92,4	-0,1	1	1,8	91,5	0,6	0,9	2,6	92,4	0,8	0,6	1,9
4	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
5	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
6	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	93,8	-0,1	-0,3	0
7	92,4	-0,1	1	1,8	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
8	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	93,8	-0,1	-0,3	0
9	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
10	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
11	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	91,7	1,4	1	2,8
12	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	91,7	1,4	1	2,8
13	92,4	-0,1	1	1,8	93,7	-0,2	-0,3	0	93,8	-0,1	-0,3	0
14	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	93,8	-0,1	-0,3	0
15	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	91,7	1,4	1	2,8
16	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	91,7	1,4	1	2,8
17	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	91,7	1,4	1	2,8
18	92,4	-0,1	1	1,8	93,7	-0,2	-0,3	0	93,8	-0,1	-0,3	0
19	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	93,8	-0,1	-0,3	0
20	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	91,7	1,4	1	2,8
21	93,9	-0,7	0,1	0	91,5	0,6	0,9	2,6	91,7	1,4	1	2,8
22	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	93,8	-0,1	-0,3	0
23	92,4	-0,1	1	1,8	91,5	0,6	0,9	2,6	92,4	0,8	0,6	1,9
24	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
25	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
26	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	93,8	-0,1	-0,3	0
27	92,4	-0,1	1	1,8	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
28	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	93,8	-0,1	-0,3	0
29	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
30	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
Srednja vrijednost	93,6	-0,58	0,28	0,36	92,6	0,15	0,4	1,43	92,7	0,66	0,41	1,51

zelena boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,2	-1,4	1,1	1,2	92,6	-1,6	2,1	2,8	93,7	0	-0,2	0
2	93,2	-1,4	1,1	1,2	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
3	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	93,1	-0,7	0,5	1,1
4	93,2	-1,4	1,1	1,2	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
5	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
6	93,8	-0,6	0,3	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
7	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	93,1	-0,7	0,5	1,1
8	93,8	-0,6	0,3	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
9	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
10	93,8	-0,6	0,3	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
11	93,8	-0,6	0,3	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
12	93,2	-1,4	1,1	1,2	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
13	93,8	-0,6	0,3	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
14	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
15	93,2	-1,4	1,1	1,2	93,6	-0,2	-0,2	0	93,1	-0,7	0,5	1,1
16	93,8	-0,6	0,3	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
17	93,2	-1,4	1,1	1,2	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
18	93,8	-0,6	0,3	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
19	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
20	93,2	-1,4	1,1	1,2	93,6	-0,2	-0,2	0	93,1	-0,7	0,5	1,1
21	93,2	-1,4	1,1	1,2	92,6	-1,6	2,1	2,8	93,7	0	-0,2	0
22	93,2	-1,4	1,1	1,2	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
23	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	93,1	-0,7	0,5	1,1
24	93,2	-1,4	1,1	1,2	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
25	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
26	93,8	-0,6	0,3	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
27	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	93,1	-0,7	0,5	1,1
28	93,8	-0,6	0,3	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
29	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
30	93,8	-0,6	0,3	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
Srednja vrijednost	93,3	-1,32	1,21	1,2	93,3	-0,53	0,22	0,59	93,6	-0,14	-0,06	0,22

# Prilozi A4

Ispitanik	plava boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina											
	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	92,6	0,4	-1,2	1,5
2	93,8	-0,6	0,2	0	92,5	0,1	-1,4	1,6	93,7	0,1	-0,2	0
3	92,7	-0,5	-0,8	1,5	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
4	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
5	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
6	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
7	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
8	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
9	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
10	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
11	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
12	93,8	-0,6	0,2	0	92,5	0,1	-1,4	1,6	93,7	0,1	-0,2	0
13	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
14	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
15	93,8	-0,6	0,2	0	92,5	0,1	-1,4	1,6	93,7	0,1	-0,2	0
16	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
17	93,8	-0,6	0,2	0	92,5	0,1	-1,4	1,6	93,7	0,1	-0,2	0
18	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
19	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
20	93,8	-0,6	0,2	0	92,5	0,1	-1,4	1,6	93,7	0,1	-0,2	0
21	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	92,6	0,4	-1,2	1,5
22	93,8	-0,6	0,2	0	92,5	0,1	-1,4	1,6	93,7	0,1	-0,2	0
23	92,7	-0,5	-0,8	1,5	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
24	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
25	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
26	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
27	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
28	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
29	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
30	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
Srednja vrijednost	93,7	-0,59	0,07	0,2	93,3	-0,12	-0,52	0,43	93,6	0,14	-0,33	0,2

Ispitanik	cyan boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina											
	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,1	-1,7	-0,1	1,3	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
2	93	-1,2	0,1	0,9	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
3	93	-1,2	0,1	0,9	92,8	-0,7	-0,4	0,9	92,9	-0,5	-0,4	1
4	93	-1,2	0,1	0,9	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
5	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93,5	0	0,1	0
6	93,6	-0,7	0,6	0	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
7	93	-1,2	0,1	0,9	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93,5	0	0,1	0
8	93,1	-1,7	-0,1	1,3	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
9	93	-1,2	0,1	0,9	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
10	93,1	-1,7	-0,1	1,3	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
11	93,6	-0,7	0,6	0	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
12	93,1	-1,7	-0,1	1,3	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
13	93	-1,2	0,1	0,9	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93,5	0	0,1	0
14	93,6	-0,7	0,6	0	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93,5	0	0,1	0
15	93	-1,2	0,1	0,9	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
16	93,6	-0,7	0,6	0	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
17	93	-1,2	0,1	0,9	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93,5	0	0,1	0
18	93,1	-1,7	-0,1	1,3	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
19	93	-1,2	0,1	0,9	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
20	93,1	-1,7	-0,1	1,3	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
21	93,6	-0,7	0,6	0	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
22	93,1	-1,7	-0,1	1,3	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
23	93	-1,2	0,1	0,9	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93,5	0	0,1	0
24	93,6	-0,7	0,6	0	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93,5	0	0,1	0
25	93	-1,2	0,1	0,9	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
26	93,1	-1,7	-0,1	1,3	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
27	93	-1,2	0,1	0,9	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
28	93	-1,2	0,1	0,9	92,8	-0,7	-0,4	0,9	92,9	-0,5	-0,4	1
29	93	-1,2	0,1	0,9	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
30	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93,5	0	0,1	0
Srednja vrijednost	93,1	-1,3	0,13	0,89	93,2	-0,45	-0,02	0,32	93,5	-0,03	0,07	0,07

## Prilozi A4

magenta boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,1	1	-0,8	1,4
2	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
3	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
4	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
5	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
6	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
7	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
8	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
9	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
10	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
11	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
12	93,1	0,2	-0,6	1,4	93,6	-0,2	0	0	93,1	1	-0,8	1,4
13	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
14	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,7	0,1	0	0
15	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
16	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
17	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
18	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
19	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
20	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
21	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,1	1	-0,8	1,4
22	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
23	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
24	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
25	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
26	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
27	93,1	0,2	-0,6	1,4	93,6	-0,2	0	0	93,1	1	-0,8	1,4
28	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
29	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,7	0,1	0	0
30	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
Srednja vrijednost	93,3	-0,19	-0,07	0,72	93,1	0,33	-0,67	0,93	93	1,06	-0,75	1,43

žuta boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-1	3,9	3,9	93,3	-0,3	2,1	2,1
2	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,3	-0,3	2,1	2,1
3	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
4	93,3	-1	2,6	2,2	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
5	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,6	0,1	0	0
6	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
7	93,7	-0,6	0,4	0	93,3	-0,4	0,9	1	93,2	-0,4	3,5	3,5
8	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,4	-0,1	0,8	0,9
9	93,7	-0,6	0,4	0	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
10	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
11	93,7	-0,6	0,4	0	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
12	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
13	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
14	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
15	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,3	-0,3	2,1	2,1
16	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
17	93,7	-0,6	0,4	0	93,3	-0,4	0,9	1	93,2	-0,4	3,5	3,5
18	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,4	-0,1	0,8	0,9
19	93,7	-0,6	0,4	0	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
20	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
21	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-1	3,9	3,9	93,3	-0,3	2,1	2,1
22	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,3	-0,3	2,1	2,1
23	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
24	93,3	-1	2,6	2,2	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
25	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,6	0,1	0	0
26	93,7	-0,6	0,4	0	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
27	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
28	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
29	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
30	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,3	-0,3	2,1	2,1
Srednja vrijednost	93,5	-0,72	0,99	0,59	93,4	-0,38	0,83	0,89	93,5	-0,05	0,81	0,83

## Prilozi A5

crvena boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Is pitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	90,6	1,6	2,1	4,4	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	1,4	1	2,8
2	91,7	0,3	1,3	2,7	90,5	1,6	1,8	4,2	90,2	3,5	2,2	5,6
3	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	1,4	1	2,8
4	90,6	1,6	2,1	4,4	89,9	2,2	2	5	90,8	2,8	2	4,6
5	91,7	0,3	1,3	2,7	90,5	1,6	1,8	4,2	90,8	2,8	2	4,6
6	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	1,4	1	2,8
7	92,4	-0,1	1	1,8	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
8	91,7	0,3	1,3	2,7	91,1	1	1,7	3,5	91,7	1,4	1	2,8
9	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	0,3	1,3	2,7	90,8	2,8	2	4,6
10	93,9	-0,7	0,1	0	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	1,4	1	2,8
11	92,4	-0,1	1	1,8	92,3	0,2	0,6	1,8	90,8	2,8	2	4,6
12	93,9	-0,7	0,1	0	91,1	1	1,7	3,5	92,4	0,8	0,6	1,9
13	91,7	0,3	1,3	2,7	91,1	1	1,7	3,5	91,3	2	1,7	3,8
14	92,4	-0,1	1	1,8	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	1,4	1	2,8
15	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	1,4	1	2,8
16	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	1,4	1	2,8
17	92,4	-0,1	1	1,8	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
18	91,7	0,3	1,3	2,7	91,1	1	1,7	3,5	91,7	1,4	1	2,8
19	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	0,3	1,3	2,7	90,8	2,8	2	4,6
20	93,9	-0,7	0,1	0	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	1,4	1	2,8
21	92,4	-0,1	1	1,8	92,3	0,2	0,6	1,8	90,8	2,8	2	4,6
22	93,9	-0,7	0,1	0	91,1	1	1,7	3,5	92,4	0,8	0,6	1,9
23	91,7	0,3	1,3	2,7	91,1	1	1,7	3,5	91,3	2	1,7	3,8
24	92,4	-0,1	1	1,8	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	1,4	1	2,8
25	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	1,4	1	2,8
26	90,6	1,6	2,1	4,4	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	1,4	1	2,8
27	91,7	0,3	1,3	2,7	90,5	1,6	1,8	4,2	90,2	3,5	2,2	5,6
28	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	0,3	1,3	2,7	91,7	1,4	1	2,8
29	90,6	1,6	2,1	4,4	89,9	2,2	2	5	90,8	2,8	2	4,6
30	91,7	0,3	1,3	2,7	90,5	1,6	1,8	4,2	90,8	2,8	2	4,6
Srednja vrijednost	92	0,26	1,19	2,39	91,4	0,73	1,4	3,09	91,4	1,87	1,34	3,41

zeleni boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Is pitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	92,1	-3,3	4,2	4,7	92,3	-2,2	3	3,9	91,9	-2,7	3,1	4,5
2	91,9	-3,9	5,1	5,7	91,6	-3,3	4,7	5,9	91,9	-2,7	3,1	4,5
3	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,3	-2,2	3	3,9	92,4	-2	2,5	3,5
4	92,1	-3,3	4,2	4,7	91,8	-2,8	3,7	4,8	92,4	-2	2,5	3,5
5	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,4	-2	2,5	3,5
6	93,2	-1,4	1,1	1,2	92,6	-1,6	2,1	2,8	93,1	-0,7	0,5	1,1
7	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
8	92,5	-2,7	3,5	3,8	91,8	-2,8	3,7	4,8	92,4	-2	2,5	3,5
9	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,3	-2,2	3	3,9	92,4	-2	2,5	3,5
10	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,3	-2,2	3	3,9	93,1	-0,7	0,5	1,1
11	92,1	-3,3	4,2	4,7	92,3	-2,2	3	3,9	91,9	-2,7	3,1	4,5
12	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,4	-2	2,5	3,5
13	92,5	-2,7	3,5	3,8	91,8	-2,8	3,7	4,8	92,4	-2	2,5	3,5
14	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,4	-2	2,5	3,5
15	92,5	-2,7	3,5	3,8	91,8	-2,8	3,7	4,8	92,4	-2	2,5	3,5
16	93,2	-1,4	1,1	1,2	92,6	-1,6	2,1	2,8	93,1	-0,7	0,5	1,1
17	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
18	92,5	-2,7	3,5	3,8	91,8	-2,8	3,7	4,8	92,4	-2	2,5	3,5
19	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,3	-2,2	3	3,9	92,4	-2	2,5	3,5
20	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,3	-2,2	3	3,9	93,1	-0,7	0,5	1,1
21	92,1	-3,3	4,2	4,7	92,3	-2,2	3	3,9	91,9	-2,7	3,1	4,5
22	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,4	-2	2,5	3,5
23	92,5	-2,7	3,5	3,8	91,8	-2,8	3,7	4,8	92,4	-2	2,5	3,5
24	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,4	-2	2,5	3,5
25	92,5	-2,7	3,5	3,8	91,8	-2,8	3,7	4,8	92,4	-2	2,5	3,5
26	92,1	-3,3	4,2	4,7	92,3	-2,2	3	3,9	91,9	-2,7	3,1	4,5
27	91,9	-3,9	5,1	5,7	91,6	-3,3	4,7	5,9	91,9	-2,7	3,1	4,5
28	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,3	-2,2	3	3,9	92,4	-2	2,5	3,5
29	92,1	-3,3	4,2	4,7	91,8	-2,8	3,7	4,8	92,4	-2	2,5	3,5
30	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,4	-2	2,5	3,5
Srednja vrijednost	92,5	-2,69	3,39	3,71	92,2	-2,23	3	3,91	92,4	-1,93	2,31	3,31

## Prilozi A5

plava boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Is pitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	92	-0,1	-1,5	2,4	91,8	0,6	-2,1	2,6	92	0,8	-1,8	2,4
2	92	-0,1	-1,5	2,4	91,8	0,6	-2,1	2,6	91,1	0,9	-2,7	3,7
3	92	-0,1	-1,5	2,4	91,8	0,6	-2,1	2,6	92	0,8	-1,8	2,4
4	92,7	-0,5	-0,8	1,5	90,9	0,8	-3,1	4	91,1	0,9	-2,7	3,7
5	93,8	-0,6	0,2	0	92,5	0,1	-1,4	1,6	93,7	0,1	-0,2	0
6	92	-0,1	-1,5	2,4	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
7	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
8	92,7	-0,5	-0,8	1,5	91,8	0,6	-2,1	2,6	92	0,8	-1,8	2,4
9	92	-0,1	-1,5	2,4	90,9	0,8	-3,1	4	91,1	0,9	-2,7	3,7
10	92,7	-0,5	-0,8	1,5	91,8	0,6	-2,1	2,6	92	0,8	-1,8	2,4
11	93,8	-0,6	0,2	0	92,5	0,1	-1,4	1,6	92	0,8	-1,8	2,4
12	92	-0,1	-1,5	2,4	90,9	0,8	-3,1	4	92,6	0,4	-1,2	1,5
13	92	-0,1	-1,5	2,4	92,5	0,1	-1,4	1,6	92	0,8	-1,8	2,4
14	92,7	-0,5	-0,8	1,5	91,8	0,6	-2,1	2,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
15	92,7	-0,5	-0,8	1,5	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
16	92	-0,1	-1,5	2,4	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
17	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
18	92,7	-0,5	-0,8	1,5	91,8	0,6	-2,1	2,6	92	0,8	-1,8	2,4
19	92	-0,1	-1,5	2,4	90,9	0,8	-3,1	4	91,1	0,9	-2,7	3,7
20	92,7	-0,5	-0,8	1,5	91,8	0,6	-2,1	2,6	92	0,8	-1,8	2,4
21	93,8	-0,6	0,2	0	92,5	0,1	-1,4	1,6	92	0,8	-1,8	2,4
22	92	-0,1	-1,5	2,4	90,9	0,8	-3,1	4	92,6	0,4	-1,2	1,5
23	92	-0,1	-1,5	2,4	92,5	0,1	-1,4	1,6	92	0,8	-1,8	2,4
24	92,7	-0,5	-0,8	1,5	91,8	0,6	-2,1	2,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
25	92,7	-0,5	-0,8	1,5	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
26	92	-0,1	-1,5	2,4	91,8	0,6	-2,1	2,6	92	0,8	-1,8	2,4
27	92	-0,1	-1,5	2,4	91,8	0,6	-2,1	2,6	91,1	0,9	-2,7	3,7
28	92	-0,1	-1,5	2,4	91,8	0,6	-2,1	2,6	92	0,8	-1,8	2,4
29	92,7	-0,5	-0,8	1,5	90,9	0,8	-3,1	4	91,1	0,9	-2,7	3,7
30	93,8	-0,6	0,2	0	92,5	0,1	-1,4	1,6	93,7	0,1	-0,2	0
Srednja vrijednost	92,5	-0,33	-0,99	1,72	92	0,42	-1,94	2,37	92,2	0,62	-1,61	2,1

cyan boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Is pitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,6	-1,4	-0,7	1,6	92,7	-1,6	-0,8	2
2	92,6	-2,7	-0,3	2,3	92,6	-1,4	-0,7	1,6	92,7	-1,6	-0,8	2
3	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
4	93	-1,2	0,1	0,9	92,6	-1,4	-0,7	1,6	93	-1	-0,7	1,4
5	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,6	-1,4	-0,7	1,6	92,4	-2,1	-1,1	2,6
6	93	-1,2	0,1	0,9	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,7	-1,6	-0,8	2
7	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
8	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,3	-1,8	-1	2,2	92,7	-1,6	-0,8	2
9	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,6	-1,4	-0,7	1,6	93	-1	-0,7	1,4
10	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,7	-1,6	-0,8	2
11	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,4	-2,1	-1,1	2,6
12	93,6	-0,7	0,6	0	92,3	-1,8	-1	2,2	92,7	-1,6	-0,8	2
13	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,6	-1,4	-0,7	1,6	92,7	-1,6	-0,8	2
14	93	-1,2	0,1	0,9	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
15	93	-1,2	0,1	0,9	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
16	93	-1,2	0,1	0,9	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,7	-1,6	-0,8	2
17	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
18	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,3	-1,8	-1	2,2	92,7	-1,6	-0,8	2
19	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,6	-1,4	-0,7	1,6	93	-1	-0,7	1,4
20	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,7	-1,6	-0,8	2
21	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,6	-1,4	-0,7	1,6	92,7	-1,6	-0,8	2
22	92,6	-2,7	-0,3	2,3	92,6	-1,4	-0,7	1,6	92,7	-1,6	-0,8	2
23	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
24	93	-1,2	0,1	0,9	92,6	-1,4	-0,7	1,6	93	-1	-0,7	1,4
25	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,6	-1,4	-0,7	1,6	92,4	-2,1	-1,1	2,6
26	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,4	-2,1	-1,1	2,6
27	93,6	-0,7	0,6	0	92,3	-1,8	-1	2,2	92,7	-1,6	-0,8	2
28	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,6	-1,4	-0,7	1,6	92,7	-1,6	-0,8	2
29	93	-1,2	0,1	0,9	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
30	93	-1,2	0,1	0,9	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
Srednja vrijednost	93	-1,73	-0,01	1,34	92,7	-1,22	-0,74	1,49	92,8	-1,43	-0,8	1,84

## Prilozi A5

magenta boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Is pitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	91,1	2,5	-2,6	4,9	91,6	2,1	-2,5	3,8	92,2	1,9	-1,3	2,6
2	91,1	2,5	-2,6	4,9	90,5	3,6	-3,8	6	91,9	2,7	-1,9	3,7
3	91,8	1,6	-1,9	3,7	92	1,3	-1,6	2,7	92,2	1,9	-1,3	2,6
4	91,1	2,5	-2,6	4,9	91	2,9	-3,1	5	91,9	2,7	-1,9	3,7
5	91,8	1,6	-1,9	3,7	91,6	2,1	-2,5	3,8	92,2	1,9	-1,3	2,6
6	92,2	0,9	-1,1	2,6	91,6	2,1	-2,5	3,8	91,9	2,7	-1,9	3,7
7	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,1	1	-0,8	1,4
8	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
9	91,8	1,6	-1,9	3,7	91,6	2,1	-2,5	3,8	92,2	1,9	-1,3	2,6
10	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
11	91,8	1,6	-1,9	3,7	92	1,3	-1,6	2,7	91,3	3,6	-2,4	4,9
12	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
13	92,2	0,9	-1,1	2,6	92	1,3	-1,6	2,7	92,2	1,9	-1,3	2,6
14	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	92,2	1,9	-1,3	2,6
15	92,2	0,9	-1,1	2,6	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
16	92,2	0,9	-1,1	2,6	91,6	2,1	-2,5	3,8	91,9	2,7	-1,9	3,7
17	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,1	1	-0,8	1,4
18	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
19	91,8	1,6	-1,9	3,7	91,6	2,1	-2,5	3,8	92,2	1,9	-1,3	2,6
20	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
21	91,1	2,5	-2,6	4,9	91,6	2,1	-2,5	3,8	92,2	1,9	-1,3	2,6
22	91,1	2,5	-2,6	4,9	90,5	3,6	-3,8	6	91,9	2,7	-1,9	3,7
23	91,8	1,6	-1,9	3,7	92	1,3	-1,6	2,7	92,2	1,9	-1,3	2,6
24	91,1	2,5	-2,6	4,9	91	2,9	-3,1	5	91,9	2,7	-1,9	3,7
25	91,8	1,6	-1,9	3,7	91,6	2,1	-2,5	3,8	92,2	1,9	-1,3	2,6
26	91,8	1,6	-1,9	3,7	92	1,3	-1,6	2,7	91,3	3,6	-2,4	4,9
27	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
28	92,2	0,9	-1,1	2,6	92	1,3	-1,6	2,7	92,2	1,9	-1,3	2,6
29	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	92,2	1,9	-1,3	2,6
30	92,2	0,9	-1,1	2,6	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
Srednja vrijednost	92,1	1,16	-1,38	2,93	92	1,53	-1,86	2,93	92,3	1,99	-1,39	2,73

žuta boja umetnutog segmenta / "crna" pozadina												
Is pitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,3	-0,3	2,1	2,1
2	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-1	3,9	3,9	93,4	-0,1	0,8	0,9
3	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,4	-0,1	0,8	0,9
4	93,2	-1,1	4,1	3,5	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,4	-0,1	0,8	0,9
5	93,2	-1,1	4,1	3,5	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,2	-0,4	3,5	3,5
6	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
7	93,2	-1,1	4,1	3,5	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,2	-0,4	3,5	3,5
8	93,2	-1,1	4,1	3,5	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,3	-0,3	2,1	2,1
9	93,2	-1,1	4,1	3,5	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,2	-0,4	3,5	3,5
10	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-1	3,9	3,9	93,3	-0,3	2,1	2,1
11	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
12	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
13	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,3	-0,3	2,1	2,1
14	93,3	-1	2,6	2,2	93,3	-0,4	0,9	1	93,3	-0,3	2,1	2,1
15	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,3	-0,3	2,1	2,1
16	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
17	93,2	-1,1	4,1	3,5	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,2	-0,4	3,5	3,5
18	93,2	-1,1	4,1	3,5	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,3	-0,3	2,1	2,1
19	93,2	-1,1	4,1	3,5	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,2	-0,4	3,5	3,5
20	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-1	3,9	3,9	93,3	-0,3	2,1	2,1
21	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,3	-0,3	2,1	2,1
22	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-1	3,9	3,9	93,4	-0,1	0,8	0,9
23	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,4	-0,1	0,8	0,9
24	93,2	-1,1	4,1	3,5	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,4	-0,1	0,8	0,9
25	93,2	-1,1	4,1	3,5	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,2	-0,4	3,5	3,5
26	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
27	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
28	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,3	-0,3	2,1	2,1
29	93,3	-1	2,6	2,2	93,3	-0,4	0,9	1	93,3	-0,3	2,1	2,1
30	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,3	-0,3	2,1	2,1
Srednja vrijednost	93,3	-0,93	2,46	1,99	93,3	-0,6	1,87	1,93	93,3	-0,21	1,75	1,78

## Prilozi A6

crvena boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	91,7	0,3	1,3	2,7	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
2	93,9	-0,7	0,1	0	91,5	0,6	0,9	2,6	93,8	-0,1	-0,3	0
3	92,4	-0,1	1	1,8	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
4	91,7	0,3	1,3	2,7	91,5	0,6	0,9	2,6	92,4	0,8	0,6	1,9
5	92,4	-0,1	1	1,8	91,5	0,6	0,9	2,6	91,7	1,4	1	2,8
6	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
7	91,7	0,3	1,3	2,7	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
8	93,9	-0,7	0,1	0	91,5	0,6	0,9	2,6	92,4	0,8	0,6	1,9
9	92,4	-0,1	1	1,8	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
10	93,9	-0,7	0,1	0	91,5	0,6	0,9	2,6	91,7	1,4	1	2,8
11	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
12	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	93,8	-0,1	-0,3	0
13	92,4	-0,1	1	1,8	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
14	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	93,8	-0,1	-0,3	0
15	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
16	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
17	91,7	0,3	1,3	2,7	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
18	93,9	-0,7	0,1	0	91,5	0,6	0,9	2,6	92,4	0,8	0,6	1,9
19	92,4	-0,1	1	1,8	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
20	93,9	-0,7	0,1	0	91,5	0,6	0,9	2,6	91,7	1,4	1	2,8
21	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
22	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	93,8	-0,1	-0,3	0
23	92,4	-0,1	1	1,8	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
24	93,9	-0,7	0,1	0	92,3	0,2	0,6	1,8	93,8	-0,1	-0,3	0
25	93,9	-0,7	0,1	0	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
26	91,7	0,3	1,3	2,7	92,3	0,2	0,6	1,8	92,4	0,8	0,6	1,9
27	93,9	-0,7	0,1	0	91,5	0,6	0,9	2,6	93,8	-0,1	-0,3	0
28	92,4	-0,1	1	1,8	93,7	-0,2	-0,3	0	92,4	0,8	0,6	1,9
29	91,7	0,3	1,3	2,7	91,5	0,6	0,9	2,6	92,4	0,8	0,6	1,9
30	92,4	-0,1	1	1,8	91,5	0,6	0,9	2,6	91,7	1,4	1	2,8
Srednja vrijednost	93,1	-0,34	0,58	1,02	92,6	0,17	0,34	1,35	92,6	0,7	0,47	1,64

zelena boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
2	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
3	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,4	-2	2,5	3,5
4	93,2	-1,4	1,1	1,2	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
5	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	92,7	-1,4	1,8	2,5
6	93,8	-0,6	0,3	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
7	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	93,1	-0,7	0,5	1,1
8	93,2	-1,4	1,1	1,2	92,3	-2,2	3	3,9	92,7	-1,4	1,8	2,5
9	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,3	-2,2	3	3,9	92,7	-1,4	1,8	2,5
10	93,2	-1,4	1,1	1,2	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
11	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,6	-1,6	2,1	2,8	93,1	-0,7	0,5	1,1
12	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
13	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,6	-1,6	2,1	2,8	93,1	-0,7	0,5	1,1
14	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
15	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
16	93,8	-0,6	0,3	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0	-0,2	0
17	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	93,1	-0,7	0,5	1,1
18	93,2	-1,4	1,1	1,2	92,3	-2,2	3	3,9	92,7	-1,4	1,8	2,5
19	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,3	-2,2	3	3,9	92,7	-1,4	1,8	2,5
20	93,2	-1,4	1,1	1,2	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
21	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,6	-1,6	2,1	2,8	93,1	-0,7	0,5	1,1
22	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
23	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,6	-1,6	2,1	2,8	93,1	-0,7	0,5	1,1
24	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
25	93,2	-1,4	1,1	1,2	93	-0,9	0,6	1,2	93,7	0	-0,2	0
26	92,8	-2,1	2,5	2,7	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
27	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
28	92,5	-2,7	3,5	3,8	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,4	-2	2,5	3,5
29	93,2	-1,4	1,1	1,2	92,6	-1,6	2,1	2,8	92,7	-1,4	1,8	2,5
30	92,8	-2,1	2,5	2,7	93	-0,9	0,6	1,2	92,7	-1,4	1,8	2,5
Srednja vrijednost	93	-1,75	1,83	1,97	92,8	-1,35	1,57	2,23	93	-0,93	1,05	1,62

## Prilozi A6

Ispitanik	plava boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina											
	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,8	-0,6	0,2	0	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
2	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	92	0,8	-1,8	2,4
3	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
4	92	-0,1	-1,5	2,4	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
5	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	92,6	0,4	-1,2	1,5
6	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
7	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
8	92,7	-0,5	-0,8	1,5	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
9	92	-0,1	-1,5	2,4	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
10	92,7	-0,5	-0,8	1,5	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
11	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
12	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
13	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	92,6	0,4	-1,2	1,5
14	92,7	-0,5	-0,8	1,5	92,5	0,1	-1,4	1,6	92	0,8	-1,8	2,4
15	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
16	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
17	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
18	92,7	-0,5	-0,8	1,5	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
19	92	-0,1	-1,5	2,4	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
20	92,7	-0,5	-0,8	1,5	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
21	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
22	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
23	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	92,6	0,4	-1,2	1,5
24	92,7	-0,5	-0,8	1,5	92,5	0,1	-1,4	1,6	92	0,8	-1,8	2,4
25	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
26	93,8	-0,6	0,2	0	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
27	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	92	0,8	-1,8	2,4
28	93,8	-0,6	0,2	0	93,6	-0,2	-0,2	0	93,7	0,1	-0,2	0
29	92	-0,1	-1,5	2,4	92,5	0,1	-1,4	1,6	92,6	0,4	-1,2	1,5
30	92,7	-0,5	-0,8	1,5	93,6	-0,2	-0,2	0	92,6	0,4	-1,2	1,5
Srednja vrijednost	93	-0,49	-0,49	1,02	93,2	-0,08	-0,68	0,64	93	0,33	-0,88	1,02

Ispitanik	cyan boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina											
	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,7	-1,6	-0,8	2
2	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
3	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93,5	0	0,1	0
4	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93	-1	-0,7	1,4
5	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,6	-1,4	-0,7	1,6	92,9	-0,5	-0,4	1
6	93,6	-0,7	0,6	0	92,8	-0,7	-0,4	0,9	92,9	-0,5	-0,4	1
7	93	-1,2	0,1	0,9	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,9	-0,5	-0,4	1
8	93	-1,2	0,1	0,9	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,7	-1,6	-0,8	2
9	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
10	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
11	93	-1,2	0,1	0,9	92,8	-0,7	-0,4	0,9	92,7	-1,6	-0,8	2
12	93,6	-0,7	0,6	0	93,4	-0,3	0,2	0	92,9	-0,5	-0,4	1
13	93	-1,2	0,1	0,9	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93	-1	-0,7	1,4
14	93,6	-0,7	0,6	0	92,8	-0,7	-0,4	0,9	92,9	-0,5	-0,4	1
15	93,6	-0,7	0,6	0	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
16	93,6	-0,7	0,6	0	92,8	-0,7	-0,4	0,9	92,9	-0,5	-0,4	1
17	93	-1,2	0,1	0,9	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,9	-0,5	-0,4	1
18	93	-1,2	0,1	0,9	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,7	-1,6	-0,8	2
19	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
20	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
21	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,9	-0,9	-0,7	1,2	92,7	-1,6	-0,8	2
22	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,9	-0,9	-0,7	1,2	93	-1	-0,7	1,4
23	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93,5	0	0,1	0
24	92,9	-2,2	-0,1	1,8	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93	-1	-0,7	1,4
25	93,1	-1,7	-0,1	1,3	92,6	-1,4	-0,7	1,6	92,9	-0,5	-0,4	1
26	93	-1,2	0,1	0,9	92,8	-0,7	-0,4	0,9	92,7	-1,6	-0,8	2
27	93,6	-0,7	0,6	0	93,4	-0,3	0,2	0	92,9	-0,5	-0,4	1
28	93	-1,2	0,1	0,9	92,8	-0,7	-0,4	0,9	93	-1	-0,7	1,4
29	93,6	-0,7	0,6	0	92,8	-0,7	-0,4	0,9	92,9	-0,5	-0,4	1
30	93,6	-0,7	0,6	0	93,4	-0,3	0,2	0	93,5	0	0,1	0
Srednja vrijednost	93,2	-1,4	0,14	0,95	92,9	-0,77	-0,46	0,95	93	-0,82	-0,51	1,2



## Prilozi A6

magenta boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
2	93,7	-0,6	0,4	0	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
3	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
4	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
5	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
6	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
7	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
8	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
9	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	92,2	1,9	-1,3	2,6
10	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
11	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
12	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
13	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
14	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
15	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	93,7	0,1	0	0
16	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
17	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
18	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
19	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	92,2	1,9	-1,3	2,6
20	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
21	93,1	0,2	-0,6	1,4	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
22	93,7	-0,6	0,4	0	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
23	92,2	0,9	-1,1	2,6	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
24	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
25	93,1	0,2	-0,6	1,4	92	1,3	-1,6	2,7	93,1	1	-0,8	1,4
26	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	92,2	1,9	-1,3	2,6
27	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
28	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	93,1	1	-0,8	1,4
29	93,7	-0,6	0,4	0	93,6	-0,2	0	0	93,7	0,1	0	0
30	93,7	-0,6	0,4	0	92,9	0,6	-1	1,4	93,7	0,1	0	0
Srednja vrijednost	93,4	-0,18	-0,1	0,73	92,7	0,67	-1	1,55	93,1	0,88	-0,65	1,19

žuta boja umetnutog segmenta / komplementarna pozadina												
Ispitanik	D65				CWF				A			
	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$	L*	a*	b*	$\Delta E^*_{94}$
1	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,4	-0,1	0,8	0,9
2	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,2	-1	3,9	3,9	93,6	0,1	0	0
3	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,4	-0,1	0,8	0,9
4	93,3	-1	2,6	2,2	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
5	93,3	-1	2,6	2,2	93,3	-0,4	0,9	1	93,3	-0,3	2,1	2,1
6	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
7	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-1	3,9	3,9	93,1	-0,4	4,7	4,6
8	93,2	-1,1	4,1	3,5	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,3	-0,3	2,1	2,1
9	93,3	-1	2,6	2,2	93,3	-0,4	0,9	1	93,3	-0,3	2,1	2,1
10	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-1	3,9	3,9	93,3	-0,3	2,1	2,1
11	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
12	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
13	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,4	-0,1	0,8	0,9
14	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
15	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
16	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
17	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-1	3,9	3,9	93,1	-0,4	4,7	4,6
18	93,2	-1,1	4,1	3,5	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,3	-0,3	2,1	2,1
19	93,3	-1	2,6	2,2	93,3	-0,4	0,9	1	93,3	-0,3	2,1	2,1
20	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-1	3,9	3,9	93,3	-0,3	2,1	2,1
21	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,4	-0,1	0,8	0,9
22	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,2	-1	3,9	3,9	93,6	0,1	0	0
23	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,4	-0,1	0,8	0,9
24	93,3	-1	2,6	2,2	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
25	93,3	-1	2,6	2,2	93,3	-0,4	0,9	1	93,3	-0,3	2,1	2,1
26	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
27	93,7	-0,6	0,4	0	93,5	-0,2	0	0	93,6	0,1	0	0
28	93,3	-1	2,6	2,2	93,2	-0,7	2,3	2,4	93,4	-0,1	0,8	0,9
29	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,6	0,1	0	0
30	93,4	-0,8	1,3	0,9	93,3	-0,4	0,9	1	93,4	-0,1	0,8	0,9
Srednja vrijednost	93,4	-0,87	1,91	1,5	93,3	-0,54	1,6	1,66	93,4	-0,11	1,14	1,17

**Prilog B1** Vrijednosti izračuna promjene svjetline  $\Delta L^*$ , promjene kromatičnosti  $\Delta C^*_{ab}$  i

promjene u tonu boje  $\Delta H^*_{ab}$  za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, „crnu“ i komplementarnu boju pozadine primarnog stimulusa, tri CIE standardna izvora svjetla (D65, CWF i A), te Gloss papir kao medij

Promjene percepcijskih atributa boje - GLOSS PAPIR							
„crna“ pozadina				komplementarna pozadina			
<b>Crvena boja umetnutog segmenta</b>							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	1,14	0,90	1,03	$\Delta a^*$	-0,18	0,47	1,03
$\Delta b^*$	0,93	0,50	0,83	$\Delta b^*$	0,11	0,01	0,79
$\Delta L^*$	-1,91	-1,62	-1,19	$\Delta L^*$	-0,19	-0,89	-1,16
$\Delta C^*_{ab}$	0,03	0,16	0,00	$\Delta C^*_{ab}$	0,10	0,03	0,01
$\Delta H^*_{ab}$	1,47	1,02	1,32	$\Delta H^*_{ab}$	0,19	0,47	1,30
<b>zelena boja umetnutog segmenta</b>							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	-1,65	-1,23	-1,15	$\Delta a^*$	-0,59	-0,39	-0,21
$\Delta b^*$	2,37	1,94	1,41	$\Delta b^*$	0,80	0,36	0,01
$\Delta L^*$	-1,15	-0,94	-0,86	$\Delta L^*$	-0,44	-0,34	-0,19
$\Delta C^*_{ab}$	2,38	0,94	0,65	$\Delta C^*_{ab}$	0,62	-0,06	0,03
$\Delta H^*_{ab}$	1,62	2,09	1,70	$\Delta H^*_{ab}$	0,78	0,53	0,21
<b>plava boja umetnutog segmenta</b>							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	0,23	0,10	0,08	$\Delta a^*$	0,02	0,07	0,09
$\Delta b^*$	-0,94	-0,27	-0,17	$\Delta b^*$	-0,07	-0,20	-0,23
$\Delta L^*$	-0,92	-0,27	-0,20	$\Delta L^*$	-0,07	-0,20	-0,25
$\Delta C^*_{ab}$	0,67	0,27	0,18	$\Delta C^*_{ab}$	0,03	0,19	0,24
$\Delta H^*_{ab}$	0,70	0,11	0,07	$\Delta H^*_{ab}$	0,07	0,09	0,08
<b>cyan boja umetnutog segmenta</b>							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	-1,75	-0,93	-1,07	$\Delta a^*$	-0,95	-0,37	-0,27
$\Delta b^*$	-0,41	-0,45	-0,48	$\Delta b^*$	-0,21	-0,24	-0,15
$\Delta L^*$	-1,29	-1,00	-0,83	$\Delta L^*$	-0,79	-0,40	-0,23
$\Delta C^*_{ab}$	1,75	0,80	0,87	$\Delta C^*_{ab}$	0,94	0,33	0,19
$\Delta H^*_{ab}$	0,39	0,66	0,79	$\Delta H^*_{ab}$	0,27	0,29	0,25
<b>magenta boja umetnutog segmenta</b>							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	2,29	1,40	1,53	$\Delta a^*$	0,39	0,88	1,27
$\Delta b^*$	-2,46	-1,62	-1,13	$\Delta b^*$	-0,47	-1,04	-0,99
$\Delta L^*$	-2,02	-1,13	-0,95	$\Delta L^*$	-0,30	-0,67	-0,79
$\Delta C^*_{ab}$	2,46	1,98	1,73	$\Delta C^*_{ab}$	0,00	1,22	1,46
$\Delta H^*_{ab}$	2,29	0,82	0,78	$\Delta H^*_{ab}$	0,62	0,61	0,68
<b>žuta boja umetnutog segmenta</b>							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	-0,09	-0,25	-0,10	$\Delta a^*$	-0,07	-0,29	-0,18
$\Delta b^*$	1,25	1,35	0,77	$\Delta b^*$	1,15	1,51	1,70
$\Delta L^*$	-0,24	-0,21	-0,13	$\Delta L^*$	-0,24	-0,23	-0,25
$\Delta C^*_{ab}$	0,62	0,22	-0,04	$\Delta C^*_{ab}$	0,53	0,39	0,69
$\Delta H^*_{ab}$	1,09	1,36	0,78	$\Delta H^*_{ab}$	1,02	1,49	1,56

**Prilog B2** Vrijednosti izračuna promjene svjetline  $\Delta L^*$ , promjene kromatičnosti  $\Delta C^*_{ab}$  i

promjene u tonu boje  $\Delta H^*_{ab}$  za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, „crnu“ i komplementarnu boju pozadine primarnog stimulusa, tri CIE standardna izvora svjetla (D65, CWF i A), te Semimatte papir kao medij

Promjene percepcijskih atributa boje - SEMMIMATE PAPIR							
„crna“ pozadina				komplementarna pozadina			
<b>crvena boja umetnutog segmenta</b>							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	0,68	0,60	1,01	$\Delta a^*$	0,12	0,35	0,76
$\Delta b^*$	0,91	0,97	0,94	$\Delta b^*$	0,18	0,70	0,71
$\Delta L^*$	-1,50	-1,59	-1,39	$\Delta L^*$	-0,30	-1,13	-1,12
$\Delta C^*_{ab}$	0,31	0,42	0,80	$\Delta C^*_{ab}$	-0,06	0,07	0,46
$\Delta H^*_{ab}$	1,10	1,06	1,13	$\Delta H^*_{ab}$	0,21	0,78	0,93
<b>zelena boja umetnutog segmenta</b>							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	-1,89	-1,37	-1,11	$\Delta a^*$	-0,72	-0,33	-0,14
$\Delta b^*$	2,77	2,09	1,48	$\Delta b^*$	0,91	0,42	0,14
$\Delta L^*$	-1,19	-0,98	-0,82	$\Delta L^*$	-0,51	-0,27	-0,12
$\Delta C^*_{ab}$	3,29	2,17	1,50	$\Delta C^*_{ab}$	1,12	0,29	-0,05
$\Delta H^*_{ab}$	0,69	1,23	1,09	$\Delta H^*_{ab}$	0,30	0,45	0,19
<b>plava boja umetnutog segmenta</b>							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	0,12	0,02	0,00	$\Delta a^*$	0,01	0,08	0,04
$\Delta b^*$	-0,76	-0,08	0,00	$\Delta b^*$	-0,13	-0,32	-0,13
$\Delta L^*$	-0,83	-0,07	0,00	$\Delta L^*$	-0,15	-0,29	-0,15
$\Delta C^*_{ab}$	0,11	0,05	0,00	$\Delta C^*_{ab}$	-0,04	0,25	0,14
$\Delta H^*_{ab}$	0,76	0,07	0,00	$\Delta H^*_{ab}$	0,13	0,21	0,02
<b>cyan boja umetnutog segmenta</b>							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	-1,37	-0,83	-0,81	$\Delta a^*$	-0,60	-0,15	-0,03
$\Delta b^*$	-0,74	-0,89	-0,36	$\Delta b^*$	-0,47	-0,22	-0,03
$\Delta L^*$	-0,69	-0,70	-0,41	$\Delta L^*$	-0,46	-0,19	-0,04
$\Delta C^*_{ab}$	1,15	0,96	0,75	$\Delta C^*_{ab}$	0,38	0,09	-0,03
$\Delta H^*_{ab}$	1,05	0,74	0,47	$\Delta H^*_{ab}$	0,66	0,25	0,04
<b>magenta boja umetnutog segmenta</b>							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	1,31	1,02	0,90	$\Delta a^*$	-0,09	0,53	0,96
$\Delta b^*$	-1,41	-1,15	-0,72	$\Delta b^*$	-0,17	-0,67	-0,75
$\Delta L^*$	-1,19	-1,03	-0,68	$\Delta L^*$	-0,36	-0,47	-0,74
$\Delta C^*_{ab}$	0,51	1,21	1,13	$\Delta C^*_{ab}$	0,06	0,55	1,20
$\Delta H^*_{ab}$	1,85	0,94	0,22	$\Delta H^*_{ab}$	0,18	0,66	0,22
<b>žuta boja umetnutog segmenta</b>							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	-0,25	-0,19	-0,13	$\Delta a^*$	-0,12	-0,18	-0,15
$\Delta b^*$	1,31	0,95	0,73	$\Delta b^*$	0,59	0,83	0,81
$\Delta L^*$	-0,30	-0,14	-0,12	$\Delta L^*$	-0,15	-0,13	-0,13
$\Delta C^*_{ab}$	1,19	0,83	0,63	$\Delta C^*_{ab}$	0,51	0,72	0,72
$\Delta H^*_{ab}$	0,61	0,51	0,39	$\Delta H^*_{ab}$	0,33	0,46	0,42

**Prilog B3** Vrijednosti izračuna promjene svjetline  $\Delta L^*$ , promjene kromatičnosti  $\Delta C^*_{ab}$  i

promjene u tonu boje  $\Delta H^*_{ab}$  za crvenu, zelenu, plavu, cyan, magenta i žutu boju umetnutog segmenta, „crnu“ i komplementarnu boju pozadine primarnog stimulusa, tri CIE standardna izvora svjetla (D65, CWF i A), te zaslon računala kao medij

Promjene percepcijskih atributa boje - ZASLON RAČUNALA							
„crna“ pozadina				komplementarna pozadina			
crvena boja umetnutog segmenta							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	0,96	0,93	1,97	$\Delta a^*$	0,36	0,37	0,80
$\Delta b^*$	1,09	1,70	1,64	$\Delta b^*$	0,48	0,64	0,77
$\Delta L^*$	-1,91	-2,32	-2,37	$\Delta L^*$	-0,84	-1,11	-1,21
$\Delta C^*_{ab}$	0,51	1,22	1,99	$\Delta C^*_{ab}$	-0,03	0,02	0,53
$\Delta H^*_{ab}$	1,36	1,51	1,62	$\Delta H^*_{ab}$	0,60	0,74	0,98
zelena boja umetnutog segmenta							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	-2,09	-2,03	-1,93	$\Delta a^*$	-1,15	-1,15	-0,93
$\Delta b^*$	3,09	3,20	2,51	$\Delta b^*$	1,53	1,77	1,25
$\Delta L^*$	-1,31	-1,38	-1,29	$\Delta L^*$	-0,79	-0,84	-0,67
$\Delta C^*_{ab}$	3,66	3,46	2,81	$\Delta C^*_{ab}$	1,87	1,79	1,20
$\Delta H^*_{ab}$	0,74	1,56	1,46	$\Delta H^*_{ab}$	0,45	1,12	0,99
plava boja umetnutog segmenta							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	0,27	0,62	0,52	$\Delta a^*$	0,11	0,12	0,23
$\Delta b^*$	-1,19	-1,74	-1,41	$\Delta b^*$	-0,69	-0,48	-0,68
$\Delta L^*$	-1,28	-1,63	-1,49	$\Delta L^*$	-0,75	-0,44	-0,74
$\Delta C^*_{ab}$	0,41	1,70	1,50	$\Delta C^*_{ab}$	0,06	0,40	0,72
$\Delta H^*_{ab}$	1,15	0,72	0,06	$\Delta H^*_{ab}$	0,70	0,29	0,05
cyan boja umetnutog segmenta							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	-1,03	-0,92	-1,43	$\Delta a^*$	-0,70	-0,47	-0,82
$\Delta b^*$	-0,61	-0,94	-0,90	$\Delta b^*$	-0,46	-0,66	-0,61
$\Delta L^*$	-0,59	-0,70	-0,72	$\Delta L^*$	-0,43	-0,49	-0,53
$\Delta C^*_{ab}$	0,81	1,07	1,54	$\Delta C^*_{ab}$	0,49	0,54	0,87
$\Delta H^*_{ab}$	0,89	0,77	0,70	$\Delta H^*_{ab}$	0,68	0,61	0,54
magenta boja umetnutog segmenta							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	1,76	1,73	1,89	$\Delta a^*$	0,02	0,87	0,78
$\Delta b^*$	-1,78	-1,86	-1,39	$\Delta b^*$	-0,20	-1,00	-0,65
$\Delta L^*$	-1,57	-1,59	-1,44	$\Delta L^*$	-0,34	-0,86	-0,56
$\Delta C^*_{ab}$	1,08	2,21	2,33	$\Delta C^*_{ab}$	-0,02	1,01	1,00
$\Delta H^*_{ab}$	2,26	1,26	0,30	$\Delta H^*_{ab}$	0,20	0,87	0,21
žuta boja umetnutog segmenta							
	D65	CWF	A		D65	CWF	A
$\Delta a^*$	-0,33	-0,40	-0,31	$\Delta a^*$	-0,27	-0,34	-0,21
$\Delta b^*$	2,06	1,87	1,75	$\Delta b^*$	1,51	1,60	1,14
$\Delta L^*$	-0,35	-0,23	-0,25	$\Delta L^*$	-0,30	-0,20	-0,18
$\Delta C^*_{ab}$	1,91	1,76	1,67	$\Delta C^*_{ab}$	1,38	1,49	1,04
$\Delta H^*_{ab}$	0,84	0,74	0,63	$\Delta H^*_{ab}$	0,67	0,68	0,50

## Prilog C Vrijednosti medijana (položajna srednja vrijednost) za kolorimetrijske razlike

boja  $\Delta E^*_{94}$  kao pokazatelja intenziteta efekta neonskog proširivanja boje

GLOSS PAPIR						
$\Delta E^*_{94}$	"crna" boja pozadine					
	boja umetnutog segmenta					
Izvor svjetla	Magenta	Plava	Cyan	Zelena	Žuta	Crvena
D65	2,8	1,5	1,9	2,4	0,9	1,3
CWF	1,4	0	1,2	2,5	0,9	1,2
A	1,4	0	1,3	1,3	0	2,6
$\Delta E^*_{94}$	komplementarna boja pozadine					
	boja umetnutog segmenta					
Izvor svjetla	Magenta	Blue	Cyan	Green	Yellow	Red
D65	0	0	1,2	0	0,9	0
CWF	1,4	0	0,6	0	0,9	1,2
A	1,4	0	0	0	0,8	1,4

SEMIMATTE PAPIR						
$\Delta E^*_{94}$	"crna" boja pozadine					
	boja umetnutog segmenta					
Izvor svjetla	Magenta	Blue	Cyan	Green	Yellow	Red
D65	2,6	1,5	1,8	2,7	0,9	1,8
CWF	1,4	0	1,2	2,8	1	1,8
A	1,4	0	1,4	2,5	0	1,9
$\Delta E^*_{94}$	komplementarna boja pozadine					
	boja umetnutog segmenta					
Izvor svjetla	Magenta	Blue	Cyan	Green	Yellow	Red
D65	0	0	0,9	1,2	0	0
CWF	1,4	0	0	0	1	1,8
A	1,4	0	0	0	0	1,9

ZASLON RAČUNALA						
$\Delta E^*_{94}$	"crna" boja pozadine					
	boja umetnutog segmenta					
Izvor svjetla	Magenta	Blue	Cyan	Green	Yellow	Red
D65	2,6	1,5	1,3	3,8	2,2	2,7
CWF	2,7	2,6	1,6	3,9	2,4	2,7
A	2,6	2,4	2	3,5	2,1	2,8
$\Delta E^*_{94}$	komplementarna boja pozadine					
	boja umetnutog segmenta					
Izvor svjetla	Magenta	Blue	Cyan	Green	Yellow	Red
D65	0	1,5	0,9	1,2	2,2	0
CWF	1,4	0	0,9	2,8	1	1,8
A	1,4	1,5	1,4	2,5	0,9	1,9

## **Životopis s popisom objavljenih radova**

Damir Vusić rođen je 2. prosinca 1971. godine u Varaždinu. Oženjen je, otac troje djece. Stanuje u Varaždinu. Završio je osnovnu školu u Ivancu, a srednju Elektrostrojarsku školu u Varaždinu. Godine 1997. diplomirao je na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te je stekao akademski naziv diplomirani inženjer grafičke tehnologije. Godine 2003. završio je pedagoško-psihološko obrazovanje na Visokoj učiteljskoj školi u Čakovcu te je položio državni stručni ispit za profesora grafičke skupine predmeta. Doktorski studij „Grafičko inženjerstvo i oblikovanje grafičkih proizvoda“ upisao je 2004. na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Prvo radno iskustvo u struci dobiva za vrijeme studiranja radeći honorarno, 1994. – 1996. g., u Centru za industrijsko oblikovanje u Zagrebu na poslovima operatera-tehnologa (grafička priprema, vizualne komunikacije). Nakon završetka studija 1997. g. zapošljava se u Varteks tiskari u Varaždinu na mjestu tehnologa-kalkulanta i komercijaliste (izrada kalkulacija, obrada tržišta), gdje ostaje do 1999. godine. Tada se zapošljava u varaždinskoj Elektrostrojarskoj školi kao nastavnik grafičke struke i voditelj školske tiskare. Potkraj 2006. godine prelazi na Veleučilište u Varaždinu gdje radi i danas kao nastavnik i voditelj stručnog studija Multimedija, oblikovanje i primjena.

Aktivni je sudionik na znanstvenim i stručnim skupovima. Objavio je 10 znanstvenih i 9 stručnih radova, a koautor je dva veleučilišna udžbenika. Područje njegova interesa vezano je uz istraživanje reprodukcije boje u multimedijским sustavima, uz upravljanje kvalitetom u procesima grafičke reprodukcije te za razvoj sustava strukovnog i visokog obrazovanja.

## Popis objavljenih radova

### Poglavlja u knjizi

1. Matijević M., Mrvac N., Milković M., Vusić D.  
**Evaluation of Perception of Red Color Applied to Koffka Effect** // DAAAM  
International Scientific Book 2010 / Katalinic, Branko (ur.). Viena, 2010., str. 259.-270.

### Udžbenici i skripta

1. Milković M., Mrvac N., Vusić D.  
**Vizualna psihofizika i dizajn.** Varaždin: Veleučilište u Varaždinu, 2009.
2. Milković M., Zjakić I., Vusić D.  
**Kolorimetrija u multimedijским komunikacijama** / Mrvac, Nikola (ur.). Varaždin: Veleučilište u Varaždinu, 2010.

### Znanstveni radovi u drugim časopisima

1. Milković M., Mrvac N., Vusić D.  
**Evaluation of the chromatic adaptation effect intensity by „tuning“ the desaturated achromatic reproductions printed in the offset** // *Tehnički vjesnik*, **18** (2011), 4; 519-528 (članak, znanstveni)
2. Vusić D., Mrvac N., Milković M.  
**The neon colour spreading effect in various surround ambient conditions.** // *Tehnički vjesnik*, **18** (2011), 2; 219-225 (članak, znanstveni)

### Ostali radovi u drugim časopisima

1. Kapusta D., Kozina G., Vusić D., Kondić Ž., Čikić A.  
**Elaboration of a mathematical model for designing attribute acceptance plans.** // *Tehnički vjesnik*, **18** (2011), 2; 287-294 (članak, stručni)
2. Milec Z., Tomiša M., Vusić D.  
**Analiza osnovnih elemenata vizualnog identiteta superjunaka.** // *Tehnički glasnik*, **5** (2011), 2; 72-75 (članak, stručni)
3. Valdec D., Ivančić S., Vusić D.  
**Kalibracija i karakterizacija reprodukcijskog procesa na osnovu ISO specifikacija.** // *Tehnički glasnik*, **3** (2009), 1-2; 20-24 (članak, stručni)
4. Vusić D.  
**Poslovna izvrsnost.** // *Tehnički glasnik*, **1** (2007), 1-2; 51-54 (članak, stručni)
5. Vusić D., Valdec D.  
**Vrhunske tehnologije digitalnog ispisa – Canon iPC1.** // *Tehnički glasnik*, **1** (2007), 1-2; 44-46 (članak, stručni)

### Radovi u postupku objavljivanja

1. Vusić D., Milković M., Mrvac N.  
**The Influence of the Primary Color Stimuli Selection on the Neon Color Spreading.** // *TTEM-Technics Technologies Education Management*. (2012) (prihvaćen za objavljivanje)

## Objavljena predavanja na skupovima

1. Vusić D., Kozina G. Milković M.  
**Multimedija-sustav uspješne komunikacije.** // Zbornik radova Prvog međunarodnog naučno – stručnog simpozija Ge-TID 2009 / Tuzović, Amra (ur.). Kiseljak, BiH: Univerzitet u Travniku, Grafički fakultet Kiseljak, 2010. 145-155 (članak, stručni)

## Znanstveni radovi u zbornicima skupova s međunarodnom recenzijom

1. Mrvac N., Tomiša M., Milković M., Vusić D.  
**Primjena web 2.0 alata u edukaciji tehničke struke.** // *Proceedings Book 11<sup>th</sup> International Foundrymen Conference* / Unkić, Faruk (ur.), Sisak: Faculty of Metallurgy University of Zagreb, 2011. 184-191 (predavanje, međ. rec., objavljeni rad, znanstveni)
2. Trojko D., Vusić D., Tomiša M.  
**Razvoj grafičkog korisničkog sučelja za korisnike s ograničenim snalaženjem u tehnologiji mobilne telefonije.** // *Proceeding 15<sup>th</sup> International conference of printing, design and graphic communication Blaž Baromić* / Mikota, Miroslav (ur.) Zagreb: Hrvatsko društvo grafičara, Hrvatska, 2011. 515-524 (poster, međ. rec., objavljeni rad, znanstveni)
3. Vusić D., Milković M.  
**Ergonomic Design of Online Tests in Moodle.** // *Proceeding 13<sup>th</sup> International conference of printing, design and graphic communication Blaž Baromić* / Bolanča, Zdenka (ur.). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Graphics Arts; University of Ljubljana, Faculty of Natural Science and Engineering, Slovenia; Ogranak Matice hrvatske Senj; Pulp and paper Institute, Ljubljana-Slovenia, 2009. 179-183 (predavanje, međ. rec., objavljeni rad, znanstveni)
4. Valdec D., Vusić D., Tomiša M.  
**Advanced prepress technologies for flexographic printing.** // *Proceeding 12<sup>th</sup> International conference of printing, design and graphic communication Blaž Baromić* / Bolanča, Zdenka (ur.). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Graphics Arts; University of Ljubljana, Faculty of Natural Science and Engineering, Slovenia; Ogranak Matice hrvatske Senj; Pulp and paper Institute, Ljubljana-Slovenia, 2008. 197-199 (predavanje, međ. rec., objavljeni rad, znanstveni)
5. Valdec D., Vusić D., Tomiša M.  
**XM Screening Technology.** // *Proceeding 11<sup>th</sup> International conference of printing, design and graphic communication Blaž Baromić* / Bolanča, Zdenka (ur.). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Graphics Arts; Ogranak Matice hrvatske Senj; Pulp and paper Institute, Ljubljana-Slovenia, 2007. 145-148 (predavanje, međ. rec., objavljeni rad, znanstveni)
6. Vusić D., Mrvac N., Milković M.  
**Grafički mediji u nastavi tehničkih struka.** // *Zbornik radova 9. Međunarodnog savjetovanja tiskarstva, dizajna i grafičkih komunikacija Blaž Baromić* / Bolanča, Zdenka; Miroslav, Mikota (ur.). Zagreb: Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Senj: Ogranak Matice hrvatske Senj; Ljubljana: Inštitut za celulozo in papir, 2005. 167-174 (poster, međ. rec., objavljeni rad, znanstveni)



## Drugi radovi u zbornicima skupova s recenzijom

1. Petric Maretić K., Knežević N., Modrić D., Vusić D.  
**Određivanje vrijednosti parametara modela površine tiskovnih podloga.** // *Zbornik radova MATRIB 2011.* / Schauperl, Zdravko; Šolić, Sanja (ur.). Zagreb: Hrvatsko društvo za materijale i tribologiju, 2011., str. 375-380 (poster, domaća recenzija, objavljeni rad, stručni)
2. Klopotan I., Vusić D., Valdec D.  
**Influence of the Screen Ruling and the Printing Substrate Characteristics on the Quality of Screen Prints.** // *Proceeding 13<sup>th</sup> International conference of printing, design and graphic communication Blaž Baromić* / Bolanča, Zdenka (ur.). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Graphics Arts; University of Ljubljana, Faculty of Natural Science and Engineering, Slovenia; Ogranak Matice hrvatske Senj; Pulp and paper Institute, Ljubljana-Slovenia, 2009. 83-87 (poster, međ. rec., objavljeni rad, stručni)
3. Petričević T., Vusić D., Matijević M., Mrvac N.  
**Open Source Programe Use in Graphic Design.** // *Zbornik radova MATRIB 2009.* / Grilec, Krešimir; Marić, Gojko (ur.). Zagreb: Hrvatsko društvo za materijale i tribologiju, 2011., str. 375-380 (međ. rec., objavljeni rad, stručni)