

# Poboljšanje prijenosa vizualnih informacija određivanjem korisničkih preferencija boja

---

**Bosančić, Željko**

**Doctoral thesis / Doktorski rad**

**2024**

*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:216:168915>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-17**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)





Sveučilište u Zagrebu

Grafički fakultet

Željko Bosančić

**POBOLJŠANJE PRIJENOSA VIZUALNIH  
INFORMACIJA ODREĐIVANJEM  
KORISNIČKIH PREFERENCIJA BOJA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

Grafički fakultet

Željko Bosančić

**POBOLJŠANJE PRIJENOSA VIZUALNIH  
INFORMACIJA ODREĐIVANJEM  
KORISNIČKIH PREFERENCIJA BOJA**

DOKTORSKI RAD

Mentor:  
izv. prof. dr. sc. Mile Matijević

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

Faculty of graphic arts

Željko Bosančić

# **IMPROVEMENT OF VISUAL INFORMATION CONVEYANCE BY DETERMINING USER COLOR PREFERENCES**

DOCTORAL DISSERTATION

Supervisor:

Associate professor Mile Matijević, PhD

Zagreb, 2024

**UDK 655:535.6:159.9**

***Imenovano Povjerenstvo za ocjenu doktorskoga rada:***

1. izv. prof. dr. sc. Miroslav Mikota, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, predsjednik
2. prof. dr. sc. Klaudio Pap, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, član
3. izv. prof. dr. sc. Krunoslav Hajdek, Sveučilište Sjever, vanjski član

***Imenovano Povjerenstvo za obranu doktorskoga rada:***

1. izv. prof. dr. sc. Miroslav Mikota, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, predsjednik
2. prof. dr. sc. Klaudio Pap, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, član
3. izv. prof. dr. sc. Krunoslav Hajdek, Sveučilište Sjever, vanjski član
4. doc. dr. sc. Marina Vukoje, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, zamjenska članica
5. doc. dr. sc. Marko Morić, Sveučilište Sjever, zamjenski vanjski član

***Mentor:*** izv. prof. dr. sc. Mile Matijević, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

***Datum obrane doktorskoga rada:*** 30. kolovoza 2024.

***Mjesto obrane doktorskoga rada:*** Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

***Povjerenstvo za obranu doktorskoga rada donijelo je sljedeću jednoglasnu odluku:***

„Obranio s pohvalom *magna cum laude*“

## BIOGRAFIJA MENTORA

Izv. prof. dr. sc. Mile Matijević rođen je 10. travnja 1977. godine u Vinkovcima. Diplomirao je 2000. na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te je stekao akademski naziv diplomirani inženjer grafičke tehnologije. Doktorirao je 2013. godine iz područja tehničkih znanosti, polje grafička tehnologija, grana procesi grafičke reprodukcije, na doktorskome studiju "Grafičko inženjerstvo i oblikovanje grafičkih proizvoda" Grafičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu s temom "Vizualni efekti proširivanja i simultanoga kontrasta u grafičkoj komunikaciji" pod mentorstvom dr. sc. Nikole Mrvca, red. prof. Grafičkog fakulteta.

Nakon završetka fakulteta od 2002. do 2006. godine radi u Hand designu na poslovima operatera tehnologa (grafička priprema). Usporedo s radom u poduzeću Hand design radi kao vanjski suradnik u poduzeću Murano do 2007. godine. 2007. godine zapošljava se u tiskari Grafokor u odjelu pripreme.

Od 2008. godine do danas radi u punom radnom vremenu na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. U znanstveno zvanje znanstveni suradnik u području tehničkih znanosti, polje grafička tehnologija izabran je 27. svibnja 2013. godine. U znanstveno zvanje znanstveni suradnik u interdisciplinarnom području znanosti (grafička tehnologija, informacijske i komunikacijske znanosti) izabran je 08. srpnja 2013. godine. U znanstveno zvanje viši znanstveni suradnik u interdisciplinarnom području znanosti (grafička tehnologija, informacijske i komunikacijske znanosti) izabran je 30. studenoga 2018. godine. U znanstveno-nastavno zvanje i na radno mjesto docenta na katedri za tiskarske procese na Grafičkom fakultetu u Zagrebu izabran je 13. srpnja 2015. godine. U znanstveno-nastavno zvanje i na radno mjesto izvanrednog profesora na katedri za tiskarske procese na Grafičkom fakultetu u Zagrebu izabran je 07. ožujka 2022. godine. Od 2009. do 2014. godine sudjeluje u realizaciji projekta *Evaluacija kvantitavnih i kvalitativnih kriterija procesa grafičke reprodukcije*; šifra projekta: 128-1281955-1960 u okviru Nacionalnog znanstvenog istraživačkog programa Ministarstva znanosti i tehnologije pod vodstvom glavnog istraživača dr. sc. Nikole Mrvca, red. prof. Grafičkog fakulteta.

Aktivni je sudionik na znanstvenim i stručnim skupovima. Do sada je objavio 42 znanstvena rada, od toga 11 u časopisima koji su zastupljeni u CC (Current Contents) i SCI (Science Citation Index). Autor u svojim radovima obrađuje teme koje se odnose na grafičke i

multimedijske tehnologije s jedne strane, te reprodukciju i percepciju vizualnih informacija unutar komunikacijskih sustava s druge strane.

Sunositelj je na kolegijima Tisak 1 i Tisak i dizajn na dodiplomskom studiju Grafičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te na predmetima Optimalizacija tiskarskog sustava i Izgradnja multimedijskog sustava na diplomskom studiju Grafičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Na sveučilišnom poslijediplomskom studiju Grafičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu je nositelj kolegija Kvalitativna metodologija grafičke znanosti.

Na Sveučilištu Sjever se zapošljava od 2015. godine ugovorom o radu za dodatnih do 8 sati tjedno gdje je od tada nositelj kolegija Psihologija boja na preddiplomskom studiju Multimedije i vizualnih komunikacija, te od 2017. godine sunositelj na kolegiju Napredni tisak na ambalažu na diplomskom studiju Ambalaža.

Obnašao je 2011. godine dužnost člana radne skupine obrazovnog sektora za područje grafičke tehnologije i audiovizualnih tehnologija pri Agenciji za strukovno obrazovanje u izradi dokumenata standarda zanimanja, standarda kvalifikacija i kurikuluma u sektoru u sklopu projekta "Jačanje institucionalnog okvira za razvoj strukovnih standarda zanimanja, kvalifikacija i kurikuluma".

Od 1. listopada 2015. do 30. rujna 2017. godine obnašao je dužnost voditelja Katedre za tiskarske procese na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a od 1. listopada 2017. godine do 30. rujna 2023. obnaša dužnost prodekana za poslovanje na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Od 2020. do 2023. godine voditelj je projekta "*Razvoj, unapređenje i provedba stručne prakse u visokom obrazovanju*", UP.03.1.1.04.0046. financiranog iz Europskog socijalnog fonda.

Područja njegova interesa vezana su uz: istraživanje reprodukcije informacije o boji u suvremenim sustavima multimedijskih i grafičkih tehnologija, upravljanje kvalitetom u procesima grafičke reprodukcije te razvoj sustava strukovnog i visokog obrazovanja.

*Mojoj Vlatki i ujaku...*



*Veliko hvala mentoru izv. prof. dr. sc. Mili Matijeviću koji je imao strpljenja i kontinuirano pružao savjete i podršku pri izradi ovog doktorskog rada.*

*Također, zahvaljujem članovima povjerenstva, izv. prof. dr. sc. Miroslavu Mikoti, prof. dr. sc. Klaudiu Papu i izv. prof. dr. sc. Krunoslavu Hajdeku, koji su svojim savjetima pridonijeli kvaliteti ovog doktorskog rada,.*

*Posebno hvala kolegama Miroslavu Mikoti, Teu Žeželju i Marini Vukoje na savjetima, izdvojenom vremenu i doprinosu pri izradi istoga.*

*I na kraju, zahvaljujem mojoj Vlatki, kao i Mari, Emki i Heleni te obitelji, prijateljima i svim ostalim kolegama na kontinuiranoj podršci, razumijevanju i strpljenju.*

## SAŽETAK

Boje su integralni dio ljudskog iskustva, s moćnim utjecajem na emocije, percepciju i ponašanje, a u oblikovanju grafičkih proizvoda kao i u grafičkim komunikacijama općenito, koriste se kako bi privukle pažnju, prenijele poruku, stvorile atmosferu i potaknule emocionalne reakcije. Ključne su za izgradnju brenda i privlačenje kupaca, što povećava prepoznatljivost brenda i pozitivno utječe na percepciju kvalitete proizvoda. Razumijevanje utjecaja različitih boja na ljude može pomoći dizajnerima u kreiranju učinkovitijih i privlačnijih vizualnih materijala, što u konačnici poboljšava korisničko iskustvo te je iz tog razloga njihova promišljena upotreba nužna.

U okviru doktorskoga rada kreirano je i provedeno istraživanje na 1 000 sudionika pomno raspoređenih po sociodemografskim kriterijima koji predstavlja strukturu nacije, a kako bi se ustanovile njihove preferencije prema definiranim bojama. Za potrebe istraživanja odabran je set od 24 boje koji obuhvaća boje kojima je čovjek svakodnevno okružen. Set boja se osim osnovnih boja aditivne i suptraktivne sinteze sastoji i od 18 boja koje predstavljaju obojenje stvari i pojava iz prirode.

Naposljetku, u radu je ispitana normalnost distribucije prikupljenih podataka Shapiro – Wilk testom, a koji su zatim obrađeni neparametrijskim statističkim metodama Man – Whitney i Kruskal – Wallis testovima, ovisno o broju nezavisnih varijabli. Dobiveni rezultati znanstvenog istraživanja su pokazali kako postoji statistički značajna razlika u preferencijama pojedinih boja ovisno o spolu i samoprocijenjenom emocionalnom stanju sudionika istraživanja, kao i o načinu na koji im je boja prikazana.

Primjena ovih saznanja može pomoći dizajnerima poboljšati stvaranje vizualno atraktivnih i emocionalno učinkovitih proizvoda, prilagođenih specifičnim potrebama i preferencijama različitih korisničkih skupina. Rad doprinosi znanstvenom razumijevanju preferencija boja i pruža korisne smjernice za praktičnu primjenu u različitim industrijama.

**Ključne riječi:** boja, preferencija boje, grafički dizajn, vizualne komunikacije, korisničke preferencije

## **EXTENDED ABSTRACT**

Colors are an integral part of the human experience, with a powerful influence on emotions, perception, and behavior. In the design of graphic products and in graphic communications in general, they are used to attract attention, convey a message, create atmosphere, and elicit emotional responses. In graphic design, colors play a crucial role in attracting attention and maintaining audience interest. They can influence mood, trigger specific reactions, and help shape brand perception. In marketing strategies, colors are of crucial importance for building brand identity and attracting customers, which increases brand recognition and positively affects the perception of product quality. Understanding the impact of different colors on people can help designers create more effective and appealing visual materials, ultimately improving the user experience, which is why their thoughtful use is necessary.

To confirm the stated hypotheses, research was created and conducted on 1,000 participants in the Republic of Croatia through several phases of research:

- Creating the research participants sample
- Creating the questionnaire
- Conducting the research
- Statistical analysis of collected data

The research participants sample was created in a manner that the participants were carefully distributed according to sociodemographic criteria, i.e., gender, age, and place of residence. This approach ensured the representativeness of the sample, meaning that the participants represented the structure of the nation. This methodological approach ensured detailed data collection and analysis, taking into account various regional factors that could influence the perception and interpretation of colors in graphic communication.

When creating the questionnaire, a set of 24 colors was selected for the research purposes, including colors that a person encounters daily. The set includes not only the basic colors of additive and subtractive synthesis but also 18 colors representing the coloration of objects and phenomena from nature that participants are generally surrounded by daily. At the very beginning of the questionnaire, basic demographic questions were asked to ensure the fulfillment of the previously defined sample of participants. Then, a question was posed in

which participants, based on a culturally neutral, non-verbal evaluation system based on a three-dimensional system of emotions, were asked to self-assess their emotional state at the time of filling out the questionnaire. In the next part of the questionnaire, participants were presented with 24 randomly arranged colors on the right side of the screen, which they needed to arrange in a 6x4 grid on the left side of the screen to form their own color pattern. The next part of the questionnaire was divided on half of the sample, where part of the participants needed to evaluate the preference for all 24 colors by viewing the pattern they had arranged, while the other half needed to evaluate each color individually until all 24 colors were rated.

In the next phase of the research, the questionnaire was delivered to participants electronically, ensuring data collection in a manner that satisfied the established sample of participants. Participants were required to complete the questionnaire on a personal computer, and it was not possible to complete it on devices with small screens such as phones and tablets.

The research focused on analyzing color preferences among participants considering their gender, emotional state, and the manner in which colors were presented to them. Various statistical tools were used for analyzing the collected data. The normality of data distribution was tested using the Shapiro-Wilk test, and further processing was conducted using non-parametric statistical methods such as the Mann-Whitney and Kruskal-Wallis tests, depending on the number of independent variables. The Mann-Whitney test is used to compare differences between two independent groups, while the Kruskal-Wallis test allows for analyzing variations among more than two groups.

The scientific research results showed a statistically significant difference in the preferences for certain colors depending on the participants' gender and self-assessed emotional state, as well as the way the colors were presented. The research results provide useful guidelines for practical application in various industries, including graphic product design, marketing, and similar fields. These findings emphasize the importance of understanding different aspects of color perception to achieve the best possible efficiency and attractiveness of graphic products. Applying this knowledge can help designers create visually attractive and emotionally effective graphic communications, tailored to the specific needs and preferences of different user groups. This thesis contributes to the scientific understanding of color preferences and provides useful guidelines for practical application in various industries.

**Keywords:** color, color preference, graphic design, visual communication, user preference

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1 Cilj, hipoteze i znanstveni doprinosi .....	2
2. TEORIJSKI DIO .....	3
2.1 Boje.....	3
2.1.1 Fizikalni aspekt boja.....	3
2.1.2 Aditivna i suptraktivna sinteza boja .....	6
2.1.3 Sustavi boja temeljeni na percepciji i pojavnosti boja .....	8
2.1.4 Gamut .....	23
2.2 Čovjekov vizualni sustav .....	25
2.2.1 Oko i elektromagnetski podražaj.....	25
2.2.2 Mozak i kreiranje slike u mozgu .....	29
2.2.3 Trikromatski vid.....	30
2.2.4 Poremećaji u viđenju boja .....	31
2.3 Psihologija boja .....	33
2.3.1 Utjecaj boje na percepciju proizvoda i brenda .....	35
2.3.2 Preferencije boja ovisno o spolu .....	36
2.3.3 Utjecaj starenja na preferencije boja .....	37
2.3.4 Emocionalne reakcije na boje .....	37
2.3.5 Utjecaj emocionalnog stanja promatrača na preferenciju boja .....	38
2.3.6 Kulturalne varijacije preferencija boja .....	38
2.3.7 Boje u digitalnim medijima i aplikacijama .....	39
2.3.8 Boje u marketingu .....	40
2.3.9 Utjecaj boja na percepciju i ponašanje u maloprodajnim trgovinama .....	42
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	44
3.1 Uzorak sudionika istraživanja .....	44
3.2 Upitnik .....	45

3.2.1	Set boja.....	45
3.2.2	Emocionalno stanje .....	47
3.2.3	Preferencija boja.....	49
4.	REZULTATI I RASPRAVA .....	52
4.1	Preferencija boja ovisno o spolu sudionika istraživanja.....	52
4.2	Preferencija boja ovisno o načinu prikaza boja .....	66
4.3	Preferencija boja ovisno o emocionalnom stanju .....	75
4.3.1	Sretan - tužan.....	75
4.3.2	Uzbuđen - smiren .....	93
4.3.3	Nemam kontrolu – imam kontrolu .....	104
5.	ZAKLJUČAK .....	116
6.	LITERATURA.....	117
7.	PRILOZI.....	124
7.1	Popis tablica.....	124
7.2	Popis slika.....	125
7.3	Popis formula.....	131
7.4	Anketni upitnik .....	134
8.	ŽIVOTOPIS .....	137
8.1	Popis objavljenih radova .....	138

# 1. UVOD

Boje su neizostavan dio ljudskog iskustva i imaju moć oblikovati čovjekovu svakodnevicu na suptilan, ali dubok način. U grafičkim komunikacijama, boje se koriste kako bi privukle pažnju, prenijele poruku, stvorile određenu atmosferu i potaknule emocionalne reakcije. Razumijevanje kako različite boje djeluju na ljude može pomoći dizajnerima u stvaranju učinkovitijih i privlačnijih vizualnih materijala, a samim time i u poboljšanju korisničkog iskustva. Jasno je dakle da promišljena i svjesna upotreba boja u grafičkom oblikovanju nije samo preporučljiva, već i nužna. [1, 2] U digitalnim medijima i aplikacijama, boje igraju ključnu ulogu u dizajnu korisničkog sučelja i ukupnom korisničkom iskustvu. Boje mogu povećati angažman korisnika, poboljšati navigaciju i učiniti digitalne proizvode vizualno privlačnijima. [3] Svijetle i živopisne boje, na primjer, mogu privući pažnju djece i potaknuti ih na interakciju, dok pastelne boje mogu stvoriti opuštajuću atmosferu koja je pogodna za duže korištenje aplikacije. U marketingu, primjerice, boje se koriste za izgradnju identiteta brenda i privlačenje potrošača pa tako određene boje mogu povećati prepoznatljivost brenda i utjecati na percepciju kvalitete proizvoda. [4] U dizajnu interijera, boje se koriste za stvaranje ugodne i funkcionalne okoline koja može pozitivno utjecati na emocionalno stanje i produktivnost korisnika, dok u urbanizmu, odabir boja može doprinijeti estetskoj privlačnosti i funkcionalnosti prostora, čime se poboljšava kvaliteta života stanovnika. [5, 6]

Povijest istraživanja boja seže daleko u povijest, a različite kulture razvile su specifične simbolike i asocijacije vezane uz boje. Na primjer, crvena boja može simbolizirati sreću i prosperitet u kineskoj kulturi, dok u zapadnim kulturama često simbolizira opasnost ili strast. [7] Ova kulturalna dimenzija važna je za globalne marketinške strategije koje žele učinkovito komunicirati s različitim ciljanim skupinama. [8]

Biološki čimbenici također igraju značajnu ulogu u oblikovanju preferencija boja. Genetske predispozicije i hormonalni utjecaji mogu objasniti zašto određene boje izazivaju specifične emocionalne reakcije kod različitih ljudi. Na primjer, žene često preferiraju tople boje poput crvene i ružičaste, dok muškarci preferiraju hladnije tonove poput plave i zelene. [9] Ove preferencije mogu se pratiti do evolucijskih prilagodbi koje su imale specifične preživljavajuće prednosti. [10]

S psihološke perspektive, boje mogu značajno utjecati na emocionalno stanje i kognitivne funkcije. [11] Istraživanja pokazuju da određene boje mogu potaknuti pozitivne emocije i povećati razinu energije, dok druge mogu smiriti ili čak izazvati osjećaj tuge. [12, 13] Na

primjer, crvena boja često se povezuje s uzbuđenjem i energijom, dok plava boja izaziva osjećaj smirenosti i povjerenja. Ove emocionalne reakcije na boje mogu se koristiti za oblikovanje poruka i povećanje učinkovitosti vizualnih materijala u različitim kontekstima.

## **1.1 Cilj, hipoteze i znanstveni doprinosi**

Cilj doktorskog rada je omogućiti cjelovit uvid u preferenciju boja na području Republike Hrvatske. Ovim istraživanjem nastoji se pružiti znanstveno potvrđen pristup izboru boja pri oblikovanju grafičkih proizvoda ovisno o tome tko su ciljani korisnici proizvoda.

Prema navedenim pretpostavkama postavljene su i ispitane sljedeće hipoteze

H1: Postoji statistički značajna razlika u preferenciji pojedinih boja ovisno o spolu sudionika

H2: Preferencija pojedinih boja ovisi o načinu njihova prikaza, odnosno promatra li se boja zasebno ili u skupini s drugim bojama

H3: Postoji veza između preferencije pojedinih boja i samoprocjene trenutnog emocionalnog stanja sudionika

Sukladno postavljenom cilju istraživanja i hipotezama, u okviru rada ostvareni su sljedeći znanstveni doprinosi:

D1: Definirana metodologija utvrđivanja preferencije boja ovisno o individualnim obilježjima i načina promatranja boje

D2: Utvrđivanje preferencije boja na nacionalnoj razini s ciljem omogućavanja znanstveno potvrđenog pristupa izboru boja u oblikovanju grafičkih proizvoda

D3: Utvrđivanje utjecaja okolnih boja na percepciju pojedine boje s ciljem omogućavanja shvaćanja kombiniranja boja pri njihovu izboru za potrebe oblikovanja grafičkih proizvoda



## 2. TEORIJSKI DIO

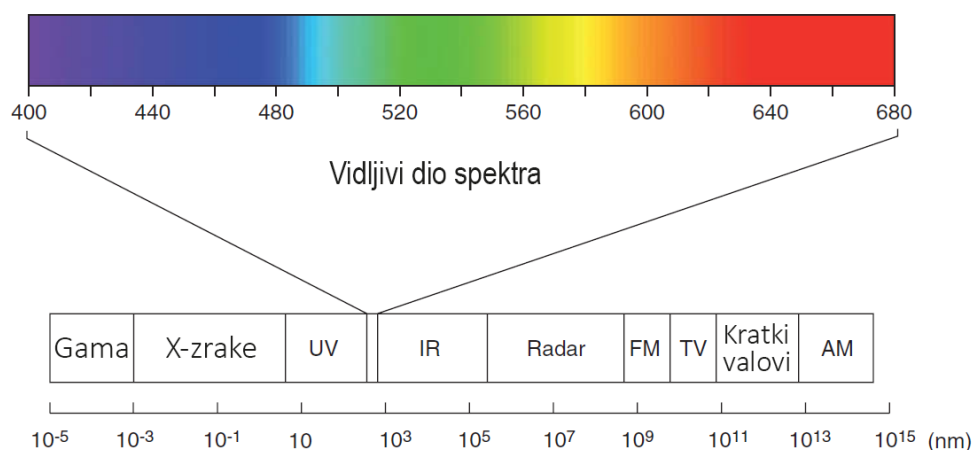
### 2.1 Boje

Bojom se naziva dojam koji nastaje kada svjetlost određene valne duljine, odbijena od promatrane površine, padne na oči promatrača, a daljnjim mehanizmima u ljudskom tijelu mozak tu informaciju interpretira kao određenu boju. Odnosno, boje su perceptualna svojstva koja se javljaju kada čovjekove oči reagiraju na različite valne duljine svjetlosti. [14]

Boje su neizostavan dio ljudskog života i imaju značajan utjecaj na svakodnevne aktivnosti, a razumijevanje teorije boja može poboljšati sposobnost komunikacije i izražavanja kroz različite medije. Temelj su ljudske percepcije svijeta i igraju važnu ulogu u komunikaciji, umjetnosti, dizajnu i znanosti.

#### 2.1.1 Fizikalni aspekt boja

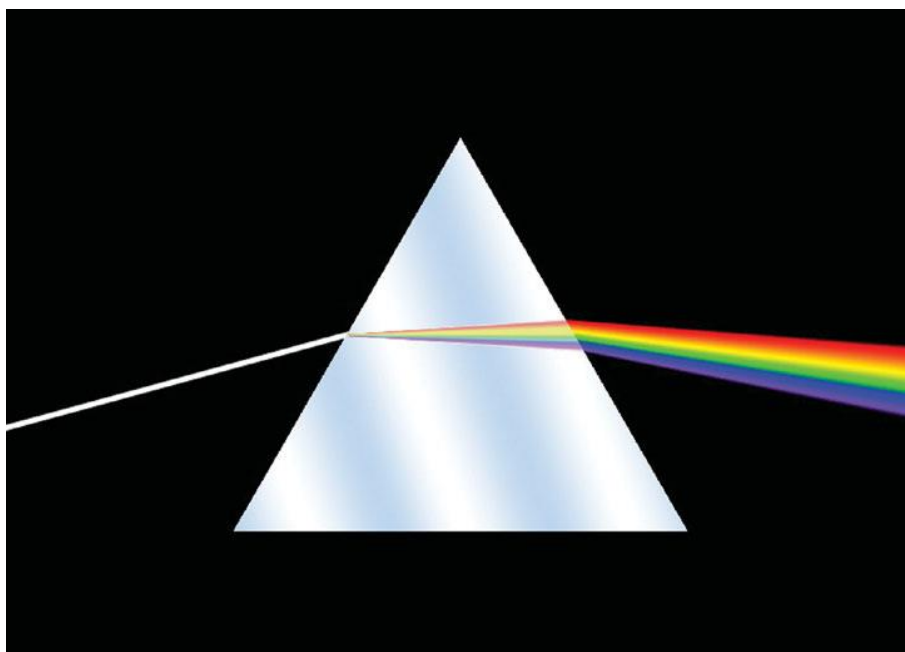
U fizikalnom smislu, boja je svojstvo svjetlosti koja se definira njezinom valnom duljinom. Elektromagnetski spektar obuhvaća širok raspon valnih duljina, od vrlo kratkih gama zraka do vrlo dugih radijskih valova (Slika 1). Unutar tog spektra, vidljivi dio zauzima vrlo mali raspon, od približno 380 nm do 750 nm (nanometara). To je raspon valnih duljina na koje je ljudsko oko osjetljivo i koje može percipirati kao različite boje. [14]



Slika 1. Vidljivi dio spektra [15]

Vidljivi dio spektra uključuje sve boje koje ljudi mogu vidjeti, a svaka od njih odgovara specifičnom dijelu spektra. Kraće valne duljine svjetlosti, približno od 380 nm do 450 nm, čovjek opaža kao plave i ljubičaste boje, srednje valne duljine, od 450 nm do 600 nm, uključuju zelene i žute boje, dok duže valne duljine, od 600 nm do 750 nm, čovjek percipira kao narančaste i crvene boje. [16] Boje u bijelom svjetlu se najbolje očituju u disperziji što je fenomen pri kojem se različite valne duljine svjetlosti lome pod različitim kutovima kada prolaze kroz medij kao što je optička prizma. To rezultira razlaganjem svjetlosnog snopa na njegove komponente boja, stvarajući spektralni prikaz kolokvijalno poznat kao duga. Do disperzije dolazi jer indeks loma materijala ovisi o valnoj duljini svjetlosti, a bijela svjetlost sastoji se od svih valnih duljina vidljivog dijela spektra elektromagnetskog zračenja, od kojih svaka putuje različitom brzinom kroz materijal prizme. Indeks loma je omjer brzine svjetlosti u vakuumu i brzine svjetlosti u određenom mediju. Kraće valne duljine (plava i ljubičasta) lome se više nego duže valne duljine (crvena i narančasta). [17]

Optička prizma je prozirni objekt, obično izrađen od stakla ili plastike, s ravnim, poliranima površinama koje lome svjetlost. Kada bijela svjetlost, koja je kombinacija svih vidljivih valnih duljina, ulazi u prizmu, svaka komponenta boje lomi se pod različitim kutom zbog svoje specifične valne duljine i različitih indeksa loma za svaku valnu duljinu. Ova razlika u lomljenju uzrokuje razdvajanje svjetlosnog snopa na spektralne boje (Slika 2). Na izlasku iz prizme, ove boje se još više razdvajaju, stvarajući vidljivi spektar. [17, 18]



Slika 2. Lom svjetlosti na prizmi [15]

Disperzija također igra važnu ulogu u prirodnim pojavama. Na primjer, duga je rezultat disperzije sunčeve svjetlosti kroz kapljice vode u atmosferi (Slika 3). Svaka kapljica djeluje kao mala prizma, razlažući svjetlost i stvarajući spektralne boje koje čovjek vidi na nebu. [18]

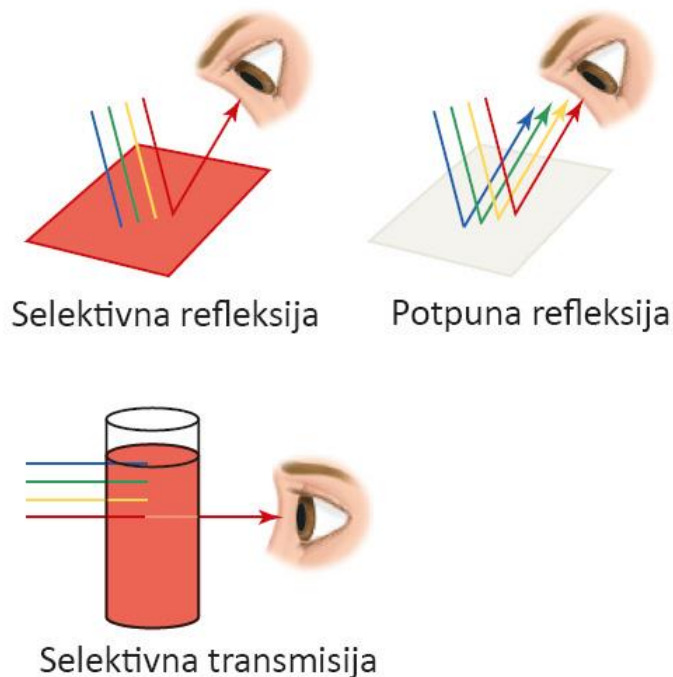


Slika 3. Duga [19]

Svjetlost izvan vidljivog spektra uključuje ultraljubičaste (UV) zrake s valnim duljinama kraćim od 380 nm i infracrvene (IR) zrake s valnim duljinama dužim od 750 nm. Iako ljudsko oko ne može vidjeti te valne duljine, one imaju različite primjene u tehnologiji i medicini. [20]

### **Refleksija, transmisija, apsorpcija**

Svjetlost koja dolazi u kontakt s objektima može biti reflektirana, apsorbirana ili propuštena kroz objekt (Slika 4), a navedena svojstva definiraju boju koju promatrač vidi. Refleksija se događa kada svjetlost dođe do površine i odbija se natrag u prostor. Boja objekta određena je valnim duljinama svjetlosti koje se reflektiraju s njegove površine. [20]



Slika 4. Selektivna i potpuna refleksija i selektivna transmisija bijelog svjetla [21]

Transmisija se odnosi na prolazak svjetlosti kroz objekt. Transparentni objekti omogućuju prolazak svjetlosti, a dok će određene valne duljine biti apsorbirane, ostale će biti propuštene, što rezultira percepcijom boje. Na primjer, staklo obojeno u crveno propušta samo crvene valne duljine, dok apsorbira ostale. [16, 18]

Boje također mogu biti rezultat mješavine refleksije i transmisije. Kod materijala kao što su tkanine, boje su često rezultat složenih interakcija svjetlosti s vlaknima i bojama koje apsorbiraju ili reflektiraju specifične valne duljine.

### 2.1.2 Aditivna i suptraktivna sinteza boja

Oba procesa koriste kombinaciju osnovnih boja za stvaranje širokog spektra boja, a temelj su za razumijevanje boja u različitim tehnologijama.

#### Aditivna sinteza boja

Aditivna sinteza boja je proces miješanja svjetlosnih zraka različitih boja kako bi se dobile nove boje. Osnovne boje u aditivnoj sintezi su crvena, zelena i plava (poznate kao RGB model), a osnovnim miješanjem se dobiju cijan, magenta i žuta dok se miješanjem sve tri boje u jednakom

omjeru dobije bijela boja (Slika 5). Kombiniranjem osnovnih boja aditivne sinteze boja u različitim omjerima moguće je dobiti širok spektar boja.



Slika 5. Aditivna sinteza boja

Ovaj princip temelji se na kombiniranju različitih valnih dužina svjetlosti koje emitiraju svjetlosni izvori, poput televizora, monitora računala i projektor. Na primjer, svaki piksel na monitoru računala sastoji se od tri podpiksela elementa koji emitiraju crvenu, zelenu i plavu svjetlost, a kontroliranjem intenziteta svake od tih boja, moguće je prikazati širok spektar boja.

Aditivna sinteza temelji se na ljudskoj percepciji boja. Mrežnica u oku ima tri vrste fotoreceptorskih stanica, odnosno čunjića, koji su osjetljivi na crvenu, zelenu i plavu svjetlost, a kombiniranjem tih osnovnih boja u različitim omjerima, ljudski mozak interpretira širok spektar boja.

### **Subtraktivna sinteza boja**

Subtraktivna sinteza boja je proces miješanja pigmenata, bojila ili tinti kako bi se apsorbirale određene valne dužine svjetlosti i reflektirale druge. Temelji se na načelu apsorpcije i refleksije svjetlosti, odnosno pigmenti apsorbiraju određene valne dužine svjetlosti i reflektiraju druge, a boje koje čovjek vidi su rezultat svjetlosti koja je reflektirana. Na primjer, crveni pigment apsorbira plavu i zelenu svjetlost, reflektirajući crvenu svjetlost koja dolazi do očiju. Osnovne boje u subtraktivnoj sintezi su cijan, magenta i žuta, a poznat je kao CMY model.

Kombinacija cijan i magenta pigmenata rezultira plavom bojom jer oba pigmenata apsorbiraju crvenu i zelenu svjetlost, reflektirajući samo plavu. Kada se cijan i žuti pigment kombiniraju, rezultat je zelena boja jer oba pigmenata apsorbiraju crvenu i plavu svjetlost, reflektirajući samo zelenu, dok kombinacijom magenta i žutih pigmenata rezultira crvenom bojom jer oba pigmenata apsorbiraju zelenu i plavu svjetlost, reflektirajući samo crvenu.

Kombinacija sve tri osnovne boje rezultira crnom bojom jer svi pigmenti zajedno apsorbiraju sve valne dužine svjetlosti (Slika 6). Međutim, u praksi se često koristi dodatna crna (K u CMYK modelu) kako bi se postigla dublja crna boja i bolja definicija.



Slika 6. Suptraktivna sinteza boja

Subtraktivna sinteza se koristi u područjima koja uključuju pigmentirane materijale kao što su tiskarstvo, slikarstvo i sl.. Najbolji primjer tehnologije koja se bazira na subtraktivnoj sintezi boja je tiskanje materijala gdje tiskarski stroj nanosi slojeve cijan, magenta, žutog i crnog bojila na papir kako bi se proizveo otisnuti materijal u boji.

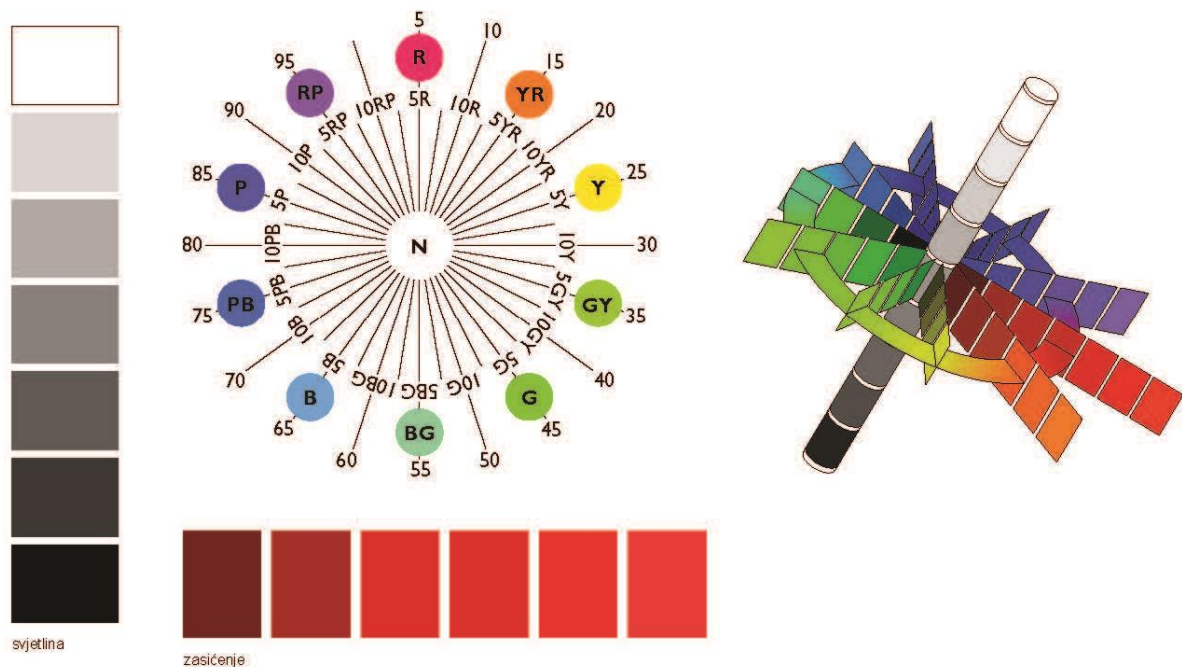
### **2.1.3 Sustavi boja temeljeni na percepciji i pojavnosti boja**

Boje imaju ključnu ulogu u mnogim industrijama, od umjetnosti do znanosti te zbog toga postoji potreba za standardiziranim sustavima koji opisuju i klasificiraju boje.

## Munsellov sustav boja

Munsellov sustav boja (Slika 7), koji je razvio američki umjetnik i profesor Albert H. Munsell početkom 20. stoljeća, koristi trodimenzionalni model za opisivanje boja. Sustav se temelji na tri glavne dimenzije: nijansa, svjetlina i zasićenost. Nijansa opisuje osnovnu boju, poput crvene ili plave; svjetlina označava relativnu svjetlost boje od tamne (0) do svijetle (10); a zasićenost predstavlja intenzitet boje od neutralne (sive) do vrlo zasićene. [22, 23]

Munsellov sustav boja koristi jedinstveni notacijski sustav za precizno definiranje boja, što ga čini vrlo korisnim u znanstvenim istraživanjima, obrazovanju i industriji.

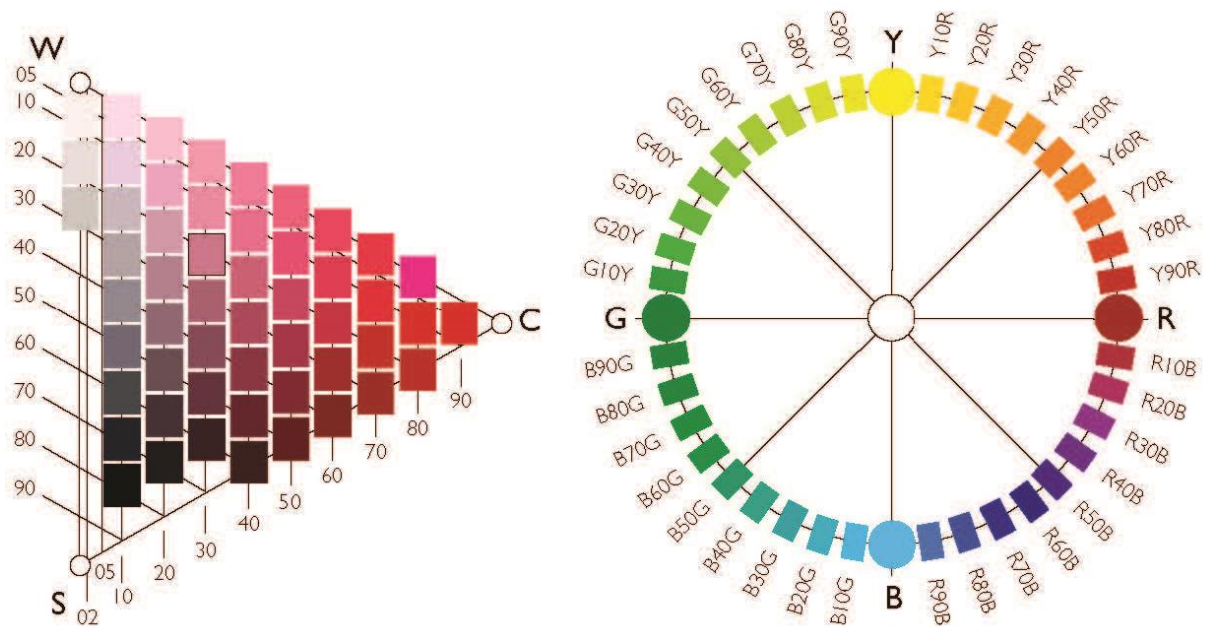


Slika 7. Munsell sustav boja [24]

## NCS sustav boja

NCS (*Natural Color System*) temelji se na ljudskoj percepciji boja (Slika 8). Razvijen u Švedskoj, ovaj sustav koristi šest osnovnih boja: bijelu, crnu, žutu, crvenu, plavu i zelenu. Boje su opisane kroz tri glavna atributa: nijansu, crninu i zasićenost [22, 23, 25].





Slika 8. NCS sustav boja

NCS je široko korišten u dizajnu interijera, arhitekturi i proizvodnji boja zbog svoje jednostavnosti i sposobnosti preciznog prenošenja boja.

### OSA sustav boja

OSA (Optical Society of America) sustav boja, razvijen od strane Optical Society of America, koristi trodimenzionalni prostor boja sličan Munsellovom sustavu. OSA sustav temelji se na percepciji boje i koristi tri dimenzije za opisivanje boja: nijansu, svjetlinu i zasićenost. [22, 23, 26]



Slika 9. OSA sustav boja [22]



Ovaj sustav je posebno koristan u znanstvenim istraživanjima koja se bave percepcijom boje i vizualnim istraživanjima.

### **DIN sustav boja**

DIN (*Deutsches Institut für Normung*) sustav boja je standardizirani sustav za specifikaciju boja, razvijen u Njemačkoj od strane *Deutsches Institut für Normung*. Prvi standardi u ovom sustavu uvedeni su sredinom 20. stoljeća kako bi se omogućila konzistentna i precizna specifikacija boja u različitim industrijskim primjenama. Njemačka industrija imala je potrebu za standardizacijom boja kako bi osigurala dosljednost u proizvodnji, posebno u sektorima kao što su automobilska industrija, proizvodnja boja i plastike.

DIN sustav boja koristi numeričke kodove za precizno definiranje boja. Svaka boja opisana je pomoću kombinacije brojeva i slova koji predstavljaju njezine ključne karakteristike. Ovaj sustav koristi trodimenzionalni prostor boja sličan CIE sustavu, gdje se boje specificiraju pomoću koordinata u prostoru boja.

DIN sustav boja temelji se na tri glavne komponente boje:

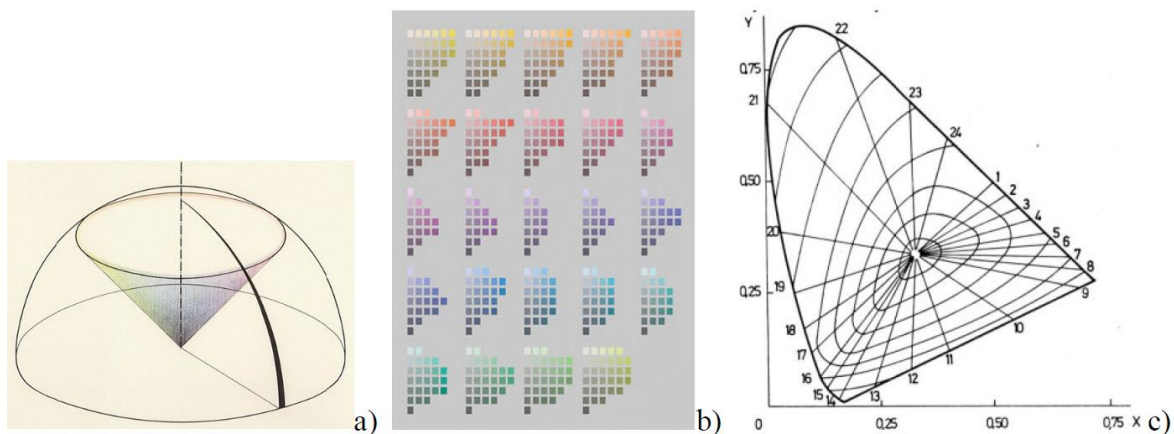
Nijansa (*Hue*): Osnovna boja, poput crvene, zelene, plave itd.

Svjetlina (*Lightness*): Relativna svjetlina boje, od vrlo tamne do vrlo svijetle.

Zasićenost (*Saturation*): Intenzitet ili zasićenost boje, od neutralne (sive) do vrlo zasićene.

Svaka boja u DIN sustavu opisana je pomoću numeričkog koda koji odražava ove tri komponente. Na primjer, standard DIN 6164 koristi koordinatni sustav sličan CIE  $L^*a^*b^*$  sustavu za opisivanje boja objektivno i precizno.

DIN sustav omogućuje postizanje visoke razine konzistentnosti u boji između različitih proizvođača i proizvoda. Numerički kodovi omogućuju preciznu specifikaciju boja, smanjujući mogućnost pogrešaka i varijacija, a korištenje standardiziranih specifikacija boja olakšava komunikaciju i suradnju između različitih sektora (Slika 10). [22, 23, 27]



Slika 10. DIN kolor sistem (a), DIN kolor karta (b) i DIN sustav boja (c) [28]

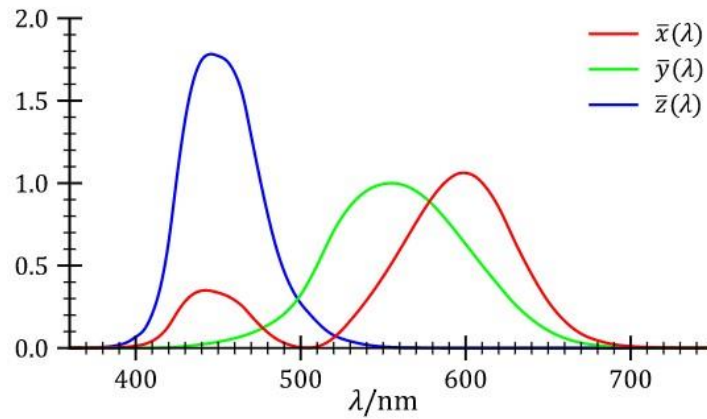
## CIE

CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*) ili Međunarodna komisija za rasvjetu, osnovana je 1913. godine s ciljem standardizacije i promicanja međunarodnih suradnji u području rasvjete, boja i srodnih tehnologija. CIE je priznata kao autoritet za standarde u svjetlosti i boji, te pruža temeljne smjernice za mjerenje, specifikaciju i kontrolu svjetlosti i boja.

Jedan od najznačajnijih doprinosa CIE je razvoj CIE 1931 standardnog kolorimetrijskog sustava, koji je postavio temelje za moderno razumijevanje boje. CIE 1931 sustav koristi koncept trostimulusnih vrijednosti (X, Y, Z) koje su temeljene na ljudskom vizualnom odgovoru na svjetlost.

Ovaj sustav temelji se na eksperimentalnim podacima dobivenim iz istraživanja ljudske percepcije boja, a sustav omogućuje precizno mjerenje i specifikaciju boja.

CIE 1931 također uključuje kromatski dijagram i standardne iluminante. Kromatski dijagram prikazuje sve vidljive boje unutar kromatskog prostora, a na tom dijagramu, boje su raspoređene prema njihovoj valnoj duljini, dok je područje unutar dijagrama označeno kao spektar boja vidljiv ljudskom oku (Slika 11). Standardni iluminanti služe kao referentni izvori svjetlosti za kolorimetrijska mjerenja, a koriste se za osiguranje dosljednosti u mjerenju i usporedbi boja. [22, 23, 29]



Slika 11. CIE funkcija podudarnosti standardnog promatrača [28]

Definirani standardni izvori svjetla (Slika 12) [30]:

A izvor – klasično umjetno svjetlo – žarulja od volframove niti (2856 K),

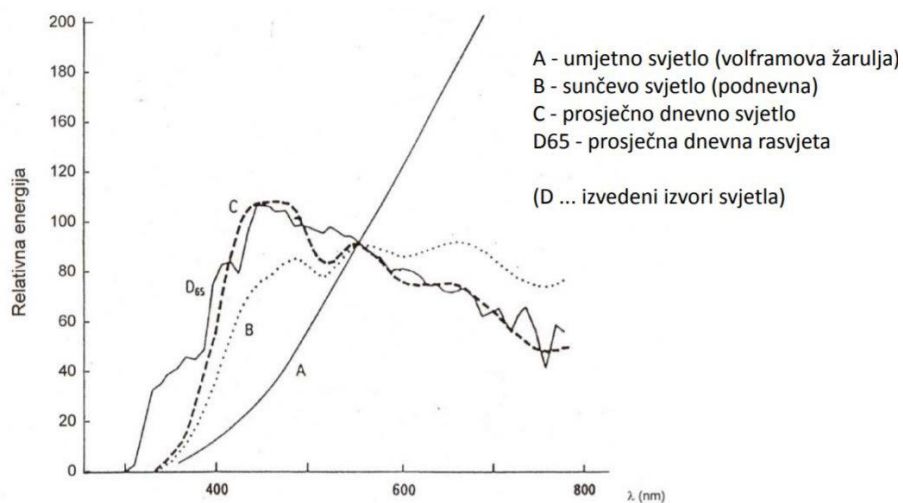
B izvor – filtrirano Sunčevo svjetlo (4874 K),

C izvor – dnevno Sunčevo svjetlo (6774 K),

D izvor – izvedeni izvori svjetla (5500 K, 6500 K, 7500 K),

E izvor – izoenergetsko svjetlo, hipotetski izvor koji na svim valnim duljinama zrači jednaku količinu energije (5600 K) i

F izvor – fluorescentni izvori F2 do F12 (F2=4260 K, F11=4000 K).



Slika 12. CIE standardna rasvjeta [28]

## CIE L\*a\*b\*

CIE L\*a\*b\* sustav boja razvijen je od strane *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) 1976. godine kao dio napora da se stvori percepcijski uniforman prostor boja. Cilj je bio omogućiti precizno kvantitativno mjerenje boja gdje su razlike u boji koje ljudi percipiraju linearno proporcionalne udaljenostima između točaka u prostoru boja. Ovaj sustav postao je široko prihvaćen i korišten u mnogim industrijama zbog svoje sposobnosti da precizno kvantificira i uspoređuje boje. [22, 23, 31, 32]

CIE L\*a\*b\* sustav temelji se na tri koordinatne osi (Slika 13):

L\*: Ova os predstavlja svjetlinu (*lightness*) boje, s vrijednostima od 0 (crno) do 100 (bijelo). Ova komponenta određuje koliko je boja svijetla ili tamna.

a\*: Ova os predstavlja boju na crveno-zelenoj skali. Pozitivne vrijednosti a\* označavaju crvene boje, dok negativne vrijednosti a\* označavaju zelene boje.

b\*: Ova os predstavlja boju na plavo-žutoj skali. Pozitivne vrijednosti b\* označavaju žute boje, dok negativne vrijednosti b\* označavaju plave boje.

$$L^* = 116 \left( \frac{Y}{Y_n} \right)^{0.333} - 16, \quad (1)$$

$$a^* = 500 \left[ \left( \frac{X}{X_n} \right)^{0.333} - \left( \frac{Y}{Y_n} \right)^{0.333} \right], \quad (2)$$

$$b^* = 200 \left[ \left( \frac{Y}{Y_n} \right)^{0.333} - \left( \frac{Z}{Z_n} \right)^{0.333} \right], \quad (3)$$

$$\Delta E_{ab}^* = \left[ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{0.5} \quad (4)$$

gdje su  $X_n$ ,  $Y_n$ ,  $Z_n$  tristimulusne vrijednosti nominalne bijele boje objekta.

Ove jednadžbe vrijede ukoliko je omjer  $\frac{X}{X_n}$ ,  $\frac{Y}{Y_n}$  i  $\frac{Z}{Z_n}$  veći od 0,008856, a ako je ta vrijednost jednaka i ili manja od 0,008856 tad se koristi jednadžba:

$$L_m^* = 903.3 \frac{Y}{Y_n} \quad (5)$$

Također se može izračunati i kromatičnost ( $C_{ab}$ ) i ton ( $h_{ab}$ ):

$$C^* = \left[ (a^*)^2 + (b^*)^2 \right]^{0.5} \quad (6)$$

$$h^* = \arctan \left( \frac{b^*}{a^*} \right) \quad (7)$$

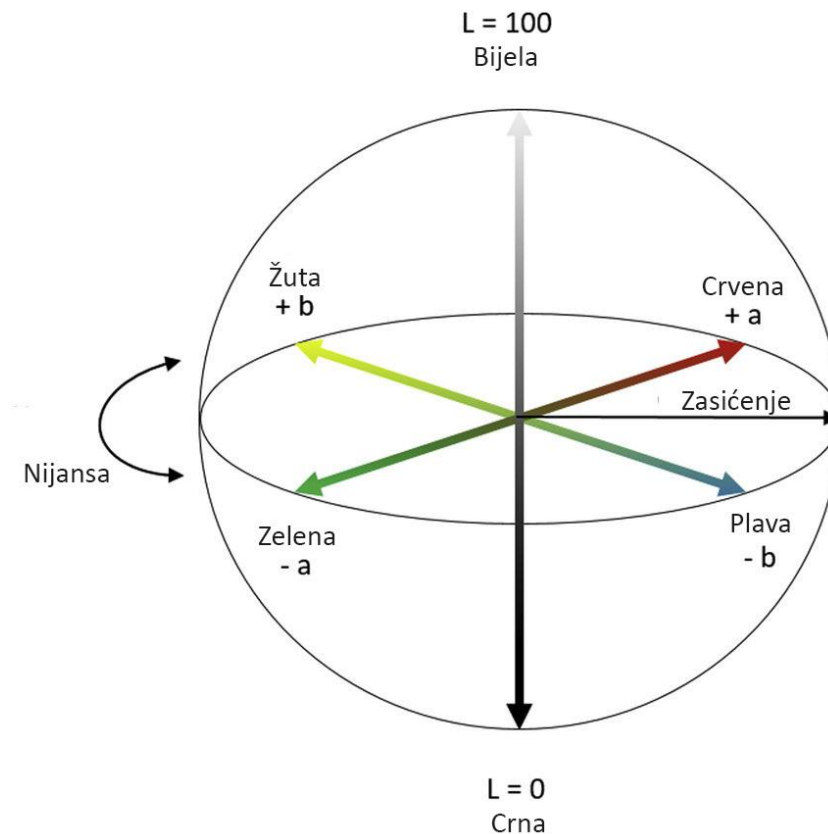
Iz svjetline i kromatičnosti može se izračunati kolorimetrijska razlika boje  $\Delta E$ :

$$\Delta E_{ab}^* = \left[ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{0.5} \quad (8)$$

$$\Delta H^* = \left[ (\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2 \right]^{0.5} \quad (9)$$

$$\Delta C^* = \left[ (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{0.5} \quad (10)$$

gdje se veličine  $L_0$ ,  $a_0$ ,  $b_0$  odnose se na referentnu boju,  $L_1$ ,  $a_1$ ,  $b_1$  na boju prema kojoj se mjeri odstupanje.



Slika 13. CIE L\*a\*b dijagram [32]

### CIE L\*u\*v

CIE L\*u\*v sustav boja, također razvijen od strane *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) 1976. godine, predstavlja alternativni kolorimetrijski prostor koji je posebno dizajniran za specificiranje i uspoređivanje boja u svjetlosnim uvjetima (Slika 14). CIE L\*u\*v sustav je razvijen kako bi se riješile određene nedostatke CIE 1931 XYZ i CIE 1960 UCS (*Uniform Chromaticity Scale*) prostora, pružajući percepcijski uniformniji prostor boja koji je prilagođen ljudskoj percepciji boja u različitim svjetlosnim uvjetima. CIE L\*u\*v prostor boja temelji se na XYZ kolorimetrijskom sustavu, s ciljem pružanja percepcijski uniformnog prostora boja. Transformacija iz XYZ u CIE L\*u\*v prostor uključuje nelinearne transformacije koje su osmišljene kako bi bolje odražavale ljudsku percepciju boja u različitim svjetlosnim uvjetima.

CIE L\*u\*v sustav temelji se na tri koordinatne osi:

**L\***: Ova os predstavlja svjetlinu (*lightness*) boje, sličnu kao u CIE L\*a\*b sustavu. Vrijednosti se kreću od 0 (crno) do 100 (bijelo), omogućujući kvantitativnu ocjenu svjetline boje.

$u^*$ : Ova os predstavlja boju na crveno-zelenoj skali. Pozitivne vrijednosti  $u^*$  označavaju crvene boje, dok negativne vrijednosti  $u^*$  označavaju zelene boje.

$v^*$ : Ova os predstavlja boju na plavo-žutoj skali. Pozitivne vrijednosti  $v^*$  označavaju žute boje, dok negativne vrijednosti  $v^*$  označavaju plave boje.

$$L^* = 116 \left( \frac{Y}{Y_n} \right)^{0.333} - 16 \quad (11)$$

$$u^* = 13L^* (u' - u'_n) \quad (12)$$

$$v^* = 13L^* (v' - v'_n) \quad (13)$$

vrijednosti  $u$  i  $v$ , te  $u'$  i  $v'$  se mogu izračunati iz formula:

$$u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z} \quad (14)$$

$$v' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z} \quad (15)$$

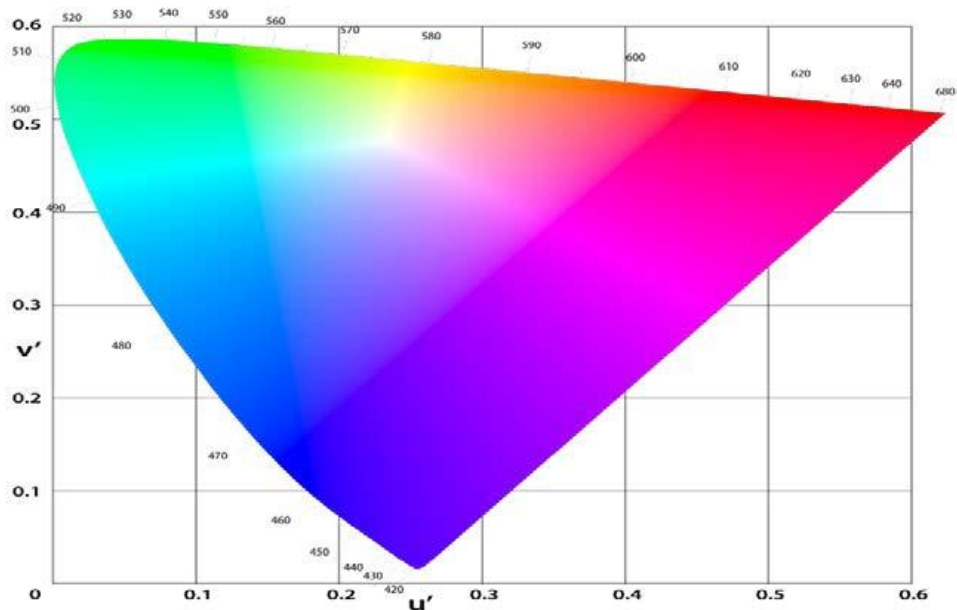
$$u'_n = \frac{4X_n}{X_n + 15Y_n + 3Z_n} \quad (16)$$

$$v'_n = \frac{9Y_n}{X_n + 15Y_n + 3Z_n} \quad (17)$$

Kromatičnost (Cab) i ton (hab) se može izračunati i iz ranije navedene formule (2.6., 2.7.).

Razlika između dva stimulusa boje koji su određeni vrijednostima  $L^*$ ,  $u^*$  i  $v^*$  može se prikazati formulom:

$$\Delta E_{uv}^* = \left[ (\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2 \right]^{1/2} \quad (18)$$



Slika 14. CIE L\*u\*v\* dijagram [23]

### CMC formula

CMC (*Color Measurement Committee*) formula razvijena je od strane britanskog *Color Measurement Committee* 1984. godine. Ova formula je razvijena kao poboljšanje CIE 1976 ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) prostora boja, s ciljem da se bolje uskladi s percepcijom razlika u boji kod ljudi. CMC formula uvodi novi način izračunavanja razlika u boji ( $\Delta E$ ), koji je precizniji i bolje odgovara ljudskom vizualnom sustavu.

CMC formula koristi CIE  $L^*a^*b^*$  prostor boja kao osnovu, ali uvodi dodatne parametre za bolju prilagodbu percepcijskim karakteristikama ljudskog oka. Ova formula uzima u obzir ne samo razlike u svjetlini, nijansi i zasićenosti, nego i percepcijske tolerancije koje variraju s obzirom na položaj u prostoru boja.

CMC formula koristi dva parametra za prilagodbu percepcijskim tolerancijama:

l (svjetlina): Parametar koji podešava osjetljivost na razlike u svjetlini boje.

c (zasićenost): Parametar koji podešava osjetljivost na razlike u zasićenosti boje. [33]

$$\Delta E_{CMC} = \left[ \left( \frac{\Delta L^*}{l S_L} \right)^2 + \left( \frac{\Delta C^*}{c S_C} \right)^2 + \left( \frac{\Delta H^*}{S_H} \right)^2 \right]^{0.5} \quad (19)$$



gdje je

$$S_L = \frac{0.04097L^*}{(1+0.01765L^*)} \quad (20)$$

ako je  $L^* < 16$ , tada je  $S_L = 0.511$

$$S_C = \frac{0.0638C^*}{(1+0.0131C^*)} + 0.638 \quad (21)$$

$$S_H = S_C (TF + 1 - F) \quad (22)$$

$$F = \left\{ \frac{(C^*)^4}{[(C^*)^4 + 1900]} \right\}^{0.5} \quad (23)$$

$$T = 0.38 + [0.4 \cos(h + 35)] \quad (24)$$

### CIE $\Delta E_{94}$

CIE  $\Delta E_{94}$  je metoda za kvantificiranje razlika u boji koju je razvila *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) 1994. godine. Ova metoda predstavlja poboljšanje prethodnih metoda za mjerenje razlika u boji, poput  $\Delta E_{a^*b^*}$  iz CIE 1976 ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) prostora boja, s ciljem da se bolje uskladi s ljudskom percepcijom boje. CIE  $\Delta E_{94}$  uvodi korekcijske faktore koji prilagođavaju razlike u boji temeljem percepcijskih tolerancija, čime se postiže preciznija i realističnija mjera razlika u boji. CIE  $\Delta E_{94}$  koristi CIE Lab prostor boja kao osnovu, ali uvodi dodatne korekcijske faktore kako bi se bolje uskladila s ljudskom percepcijom. Razlika u boji ( $\Delta E$ ) izračunava se uzimajući u obzir razlike u svjetlini ( $\Delta L^*$ ), zasićenosti ( $\Delta C^*$ ) i nijansi ( $\Delta H^*$ ), ali s dodatnim težinskim faktorima za svaku komponentu. [22, 23, 34]

$$\Delta E_{94}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C_{ab}^*}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H_{ab}^*}{k_H S_H}\right)^2} \quad (25)$$

$$S_L = 1 \quad (26)$$

$$S_C = 1 + 0,045 \cdot C_{ab}^* \quad (27)$$

$$S_H = 1 + 0,015 \cdot C_{ab}^* \quad (28)$$

gdje je  $k$  konstanta koja je pod referentnim uvjetima jednaka 1.

Kod tekstila  $k_L$  ima vrijednost 2.

CIE  $\Delta E_{94}$  metoda našla je široku primjenu u industrijama gdje je precizna kontrola i usporedba boja kritična. Neke od ključnih primjena uključuju:

**Tiskarstvo:** U tiskarskoj industriji, CIE  $\Delta E_{94}$  koristi se za ocjenu odstupanja boja između probnih otisaka i finalnih proizvoda, omogućujući preciznu kalibraciju tiskarskih strojeva i osiguranje dosljednosti boja.

**Tekstilna industrija:** Ova metoda koristi se za kontrolu kvalitete boja tkanina, osiguravajući da boje ostanu konzistentne u različitim serijama proizvodnje.

**Automobilska industrija:** Proizvođači automobila koriste CIE  $\Delta E_{94}$  za osiguranje dosljednosti boja na karoseriji i unutrašnjim dijelovima automobila, što pomaže u održavanju visokih standarda kvalitete i estetike.

**Proizvodnja boja:** Proizvođači boja koriste ovu metodu za formulaciju i kontrolu kvalitete boja, osiguravajući da konačni proizvodi zadovoljavaju specifikacije boja.

### **CIE $\Delta E_{2000}$**

CIE  $\Delta E_{2000}$  je metoda za kvantificiranje razlika u boji koju je razvila *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) 2000. godine. Cilj ove metode je dodatno poboljšati usklađenost s ljudskom percepcijom boja u odnosu na prethodne metode kao što su  $\Delta E^*_{ab}$  (CIE 1976) i  $\Delta E_{94}$  (CIE 1994). CIE  $\Delta E_{2000}$  uvodi nekoliko novih korekcijskih faktora kako bi se bolje prilagodila varijabilnosti ljudske percepcije boja, posebno u kontekstu svjetline, zasićenosti i nijanse.

CIE  $\Delta E_{2000}$  metoda koristi CIE  $L^*a^*b^*$  prostor boja kao osnovu, ali uvodi dodatne korekcijske faktore kako bi preciznije kvantificirala razlike u boji. Razlika u boji ( $\Delta E_{00}$ ) izračunava se uzimajući u obzir razlike u svjetlini ( $\Delta L'$ ), kromi ( $\Delta C'$ ) i nijansi ( $\Delta H'$ ), uz dodatne korekcije za učinke interakcije ovih parametara. [22, 23, 35]

$$L' = L^* \quad (29)$$

$$a' = (1 + G)a^* \quad (30)$$

$$b' = b^* \quad (2.46.)$$

$$C'_{ab} = \left[ (a')^2 + (b')^2 \right]^{0.5} \quad (31)$$

$$h' = \tan^{-1} \left( \frac{b'}{a'} \right) \quad (32)$$

$$G = 0.5 \left\{ 1 - \left[ \frac{(\overline{C^*_{ab}})^7}{(\overline{C^*_{ab}})^7 + 25^7} \right]^{0.5} \right\} \quad (33)$$

gdje je  $\overline{C^*_{ab}}$  aritmetička sredina  $C^*_{ab}$  vrijednosti za parove uzoraka.

$$\Delta L' = L'_b - L'_s \quad (34)$$

$$\Delta C'_{ab} = C'_{ab,b} - C'_{ab,s} \quad (35)$$

$$\Delta H'_{ab} = \left[ 2(C'_{ab,b} C'_{ab,s})^{0.5} \sin \left( \frac{\Delta h'_{ab}}{2} \right) \right] \quad (36)$$

gdje se varijable b i s odnose na usporedbu uzoraka i standardnog uzorka, odnosno

$$\Delta E_{00} = \left[ \left( \frac{\Delta L'}{k_L S_L} \right)^2 + \left( \frac{\Delta C'_{ab}}{k_C S_C} \right)^2 + \left( \frac{\Delta H'_{ab}}{k_H S_H} \right)^2 + R_T \left( \frac{\Delta C'_{ab}}{k_C S_C} \right) \left( \frac{\Delta H'_{ab}}{k_H S_H} \right) \right]^{0.5} \quad (37)$$

gdje je

$$S_L = 1 + \frac{0.015(\bar{L} - 50)^2}{\left[20 + (\bar{L} - 50)^2\right]^{0.5}} \quad (38)$$

$$S_C = 1 + 0.045\bar{C}_{ab} \quad (39)$$

$$S_H = 1 + 0.015\bar{C}_{ab}T \quad (40)$$

gdje je

$$T = 1 - 0.17 \cos(\bar{h}_{ab} - 30^\circ) + 0.24 \cos(2\bar{h}_{ab}) + 0.32 \cos(3\bar{h}_{ab} + 6^\circ) - 0.20 \cos(4\bar{h}_{ab} - 63^\circ) \quad (41)$$

$$R_T = -\sin(2\Delta\Theta)R_C \quad (42)$$

$$\Delta\Theta = 30 \exp\left\{-\left[\frac{\bar{h}_{ab} - 275^\circ}{25}\right]^2\right\} \quad (43)$$

$$R_C = 2 \left( \frac{\bar{C}_{ab}^7}{\bar{C}_{ab}^7 + 25^7} \right)^{0.5} \quad (44)$$

$\bar{L}$ ,  $\bar{C}_{ab}$ ,  $\bar{h}_{ab}$  su aritmetičke sredine parova uzoraka odnosno pojedinačnih vrijednosti.

Kao i CIE  $\Delta E_{94}$ , CIE  $\Delta E_{2000}$  metoda našla je široku primjenu u industrijama gdje je precizna kontrola i usporedba boja ključna, a neke od njih su:

**Tiskarstvo:** U tiskarskoj industriji, CIE  $\Delta E_{2000}$  koristi se za ocjenu odstupanja boja između probnih otisaka i finalnih proizvoda, omogućujući preciznu kalibraciju tiskarskih strojeva i osiguranje dosljednosti boja.

**Tekstilna industrija:** Ova metoda koristi se za kontrolu kvalitete boja tkanina, osiguravajući da boje ostanu konzistentne u različitim serijama proizvodnje.

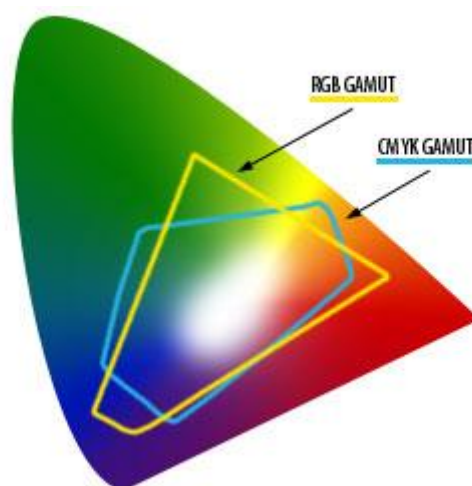
**Automobilska industrija:** Proizvođači automobila koriste CIE  $\Delta E_{2000}$  za osiguranje dosljednosti boja na karoseriji i unutrašnjim dijelovima automobila, što pomaže u održavanju visokih standarda kvalitete i estetike.

**Proizvodnja boja:** Proizvođači boja koriste ovu metodu za formulaciju i kontrolu kvalitete boja, osiguravajući da konačni proizvodi zadovoljavaju specifikacije boja.

### 2.1.4 Gamut

CIE je definirala gamut kao „raspon boja koji je moguće postići na danom mediju za reprodukciju boja (ili prisutnih na slici na tom mediju) pod određenim uvjetima gledanja - to je volumen u prostoru boja“. [29]

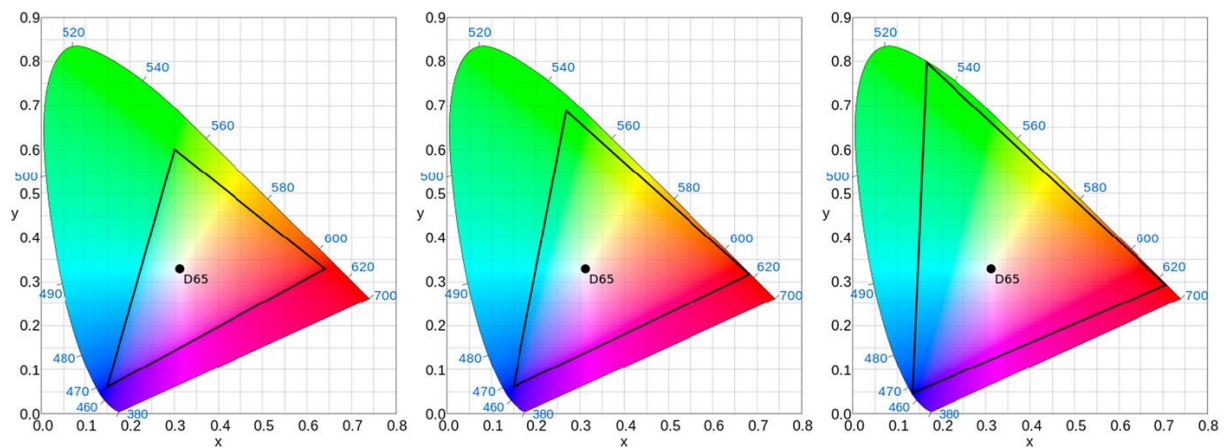
Gamut, ili raspon boja, odnosi se na skup boja koje neki uređaj može reproducirati, a prilikom reprodukcije za sve boje koje nije moguće reproducirati se kaže kako su izvan gamuta. Kako se u tisku radi o principu suptraktivne sinteze, a na elektroničkim uređajima o principu aditivne sinteze prilikom pretvaranja iz RGB u CMYK sustav boja, zbog razlike u gamutu (Slika 15) će doći do gubitka dijela boja u tisku, a zbog toga je, određenim algoritamskim funkcijama, potrebno prilagoditi CMYK vrijednosti. [23]



Slika 15. Gamut boja RGB i CMYK sustava boja [23]

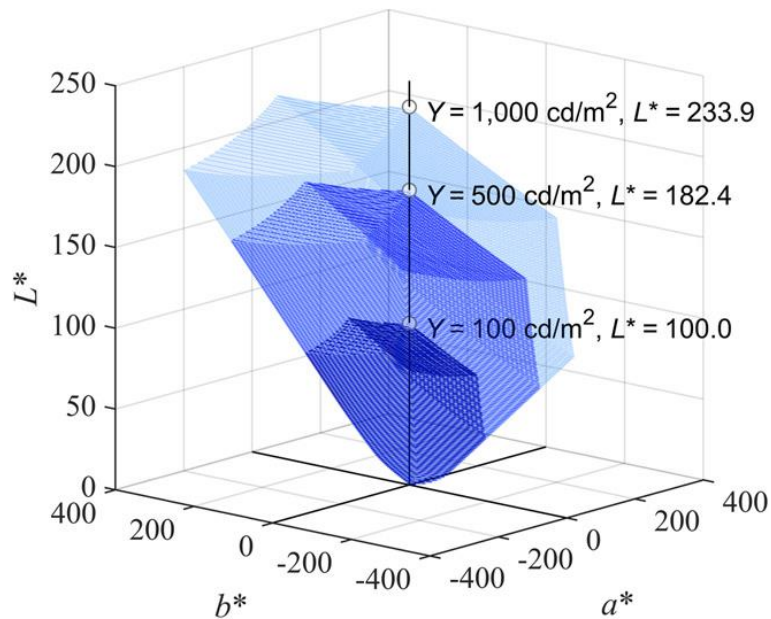
Kako se u radu istraživanje provodi na elektroničkim uređajima važno je spomenuti kako u kontekstu uređaja, poput monitora, televizora ili projektora, gamut označava sve boje koje uređaj može prikazati unutar svojih tehničkih mogućnosti. Širi gamut omogućava prikazivanje živopisnijih i realističnijih boja, čime se poboljšava ukupno vizualno iskustvo korisnika.

Različite tehnologije prikaza imaju različite gamute boja, a standardi poput Rec. 709 koriste se za TV uređaje i većinu monitora, dok se DCI-P3 standard koristi u kinematografiji i nudi oko 25% širi gamut od Rec. 709. Najširi standardni gamut je Rec. 2020, dizajniran za ultra-visoku definiciju (UHDTV), koji pokriva najširi spektar boja i uključuje gotovo sve boje koje ljudsko oko može percipirati (Slika 16). [36]



Slika 16. Prikaz gamuta (s lijeva na desno): Rec. 709 kod televizora, DCI-P3 kod kina i Rec. 2020 kod UHDTV [36]

Svjetlina značajno utječe na gamut uređaja, a oni s većom maksimalnom svjetlinom ( $Y_w$ ) mogu reproducirati širi raspon boja, uključujući i zasićenije boje. HDR uređaji, koji imaju svjetlinu od  $1000 \text{ cd/m}^2$  ili više, ne samo da mogu prikazati veći kontrast i više detalja, već mogu i prikazati boje koje standardni dinamički raspon (SDR) uređaji ne mogu (Slika 17). [36]



Slika 17. Gamut se povećava s vršnom svjetlinom koju uređaj može emitirati [36]

Gamut je ključan aspekt tehnologije prikazivanja koji utječe na kvalitetu slike i realističnost prikazanih boja, a razvoj tehnologija kao što su HDR i široki gamut boja (WCG) omogućava sve bogatije vizualno iskustvo, no istovremeno postavlja izazove u pogledu točnog prikaza i mapiranja boja.

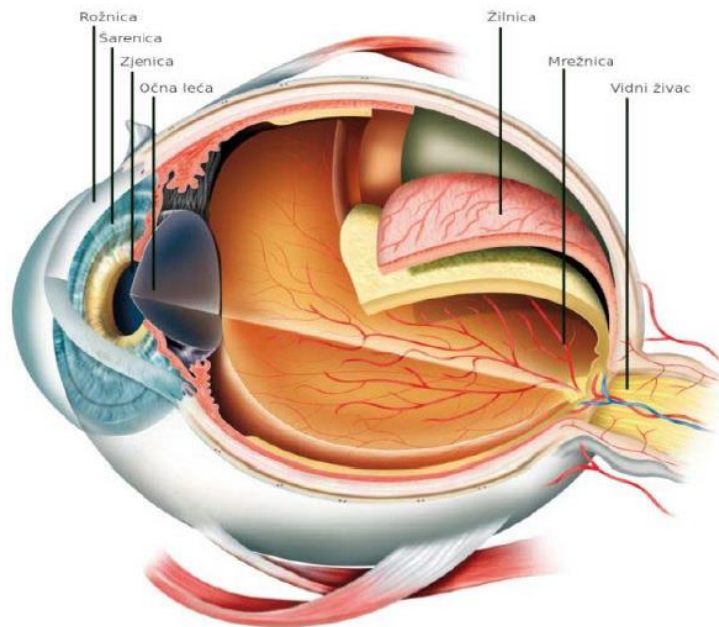
## 2.2 Čovjekov vizualni sustav

Čovjekov vizualni sustav je složen i omogućuje mu percepciju boja kroz koordinaciju između organa vida, odnosno očiju, i mozga. Ovaj sustav omogućuje prepoznavanje i interpretaciju boja iz svjetlosnog zračenja koje ulazi u oči. Vid je najvažniji osjet obzirom da se smatra kako je on dominantan među svim ostalim osjetima kojima čovjek raspolaže, a upravo zbog toga se smatra kako je sljepoća najteži gubitak osjetila koji čovjek može doživjeti. [22]

### 2.2.1 Oko i elektromagnetski podražaj

Ljudsko oko je ključni organ za vizualnu percepciju koji omogućuje prijem i obradu svjetlosnih informacija. Vizualna percepcija obuhvaća složene procese u kojima oko i mozak surađuju kako bi stvorili interpretaciju okoline, a ovo područje je od iznimne važnosti, ne samo za

razumijevanje osnovnih funkcija ljudskog vida, već i za razvoj tehnologija koje poboljšavaju vizualnu percepciju. (Slika 18).



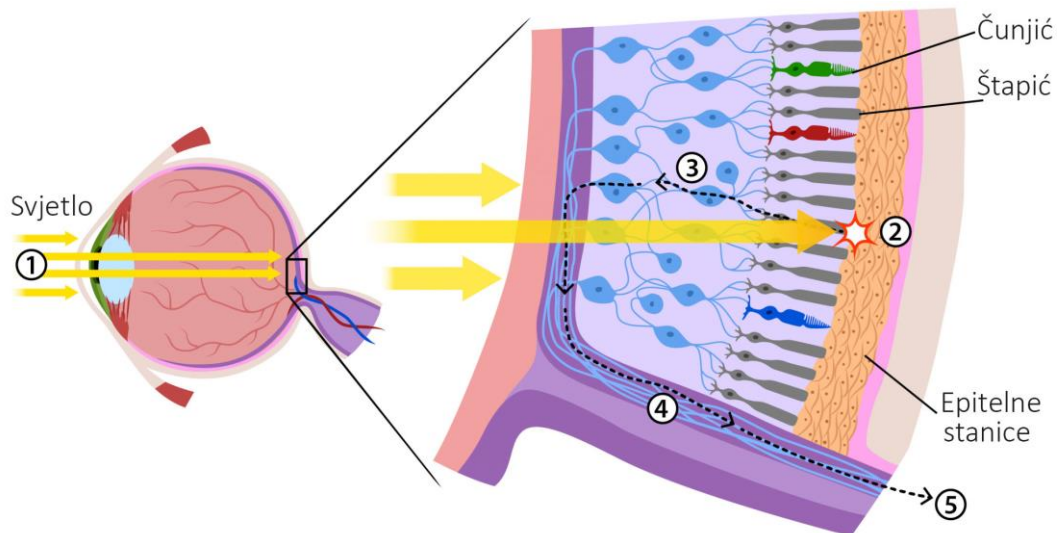
Slika 18. Prikaz građe ljudskog oka [37]

Elektromagnetske, odnosno svjetlosne zrake ulaze u oko kroz rožnicu (*cornea*), koja je prvi prozirni sloj oka i ima značajnu refraktivnu snagu. Rožnica ih prelama prema unutrašnjosti oka, fokusirajući ih na zjenicu (*pupil*) odnosno otvor u središtu šarenice (*iris*). Zjenica omogućava čovjekovom vizualnom sustavu da se adaptira na promjene intenziteta svjetlosti kontrolirajući količinu koja će biti propuštena, pa se tako pri jakom svjetlu suzi kako bi smanjila količinu propuštenog svjetla, a proširi kako bi omogućila prolazak više svjetla pri slabom osvjetljenju. [15, 38]

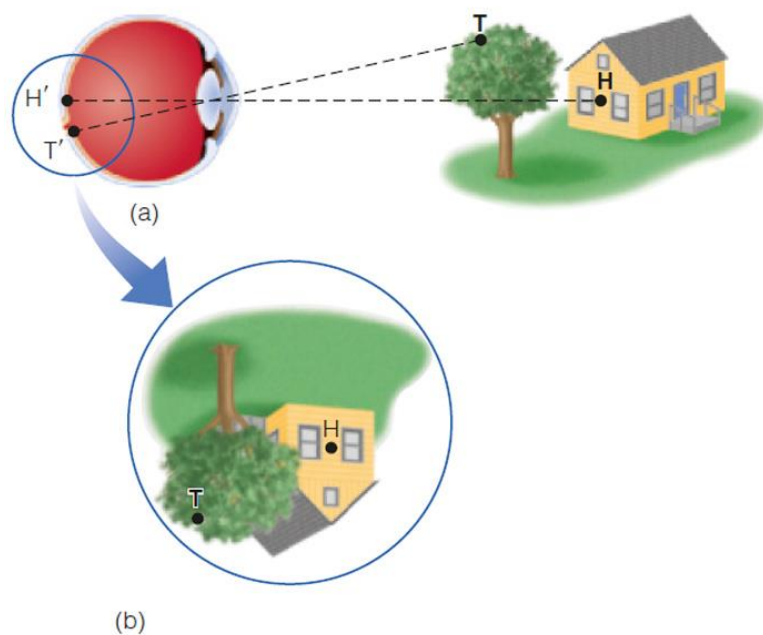
Svjetlosne zrake propuštene kroz zjenicu dolaze do leće (*lens crystallina*), koja ima ulogu preciznog fokusiranja na mrežnicu (*retina*) tako da dodatno prelama zrake svjetla. Zahvaljujući cilijarnim mišićima, leća može mijenjati svoj oblik, a kako bi akomodirala odnosno omogućava viđenje objekata kako na blizu tako i na daljinu. [38]

Svjetlost koja je prelomljena kroz rožnicu i leću konačno dolazi do mrežnice, unutarnjeg sloja oka koji oblaže stražnji dio očne jabučice i to zrcaljena po obje osi (Slika 19 i 20). [38, 39]





Slika 19. Prikaz prolaska svjetla do mrežnice i živčanih impulsa dalje prema mozgu [40]

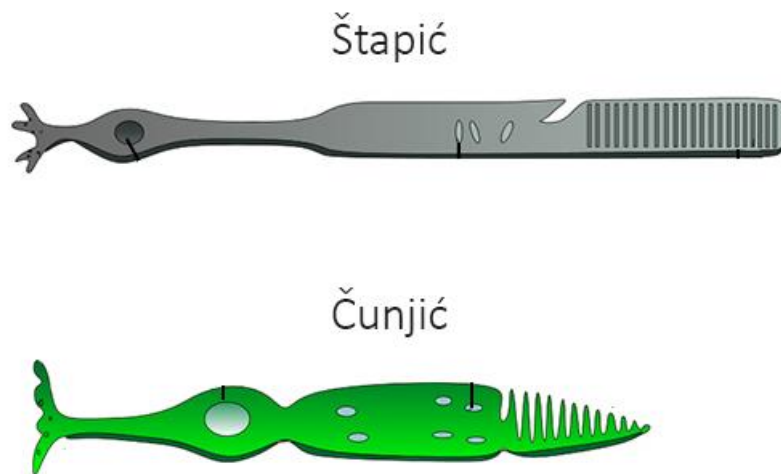


Slika 20. Formiranje slike u oku: (a) oko i scena, (b) projekcija scene na retini [21]

Mrežnica se sastoji od milijuna fotoreceptorskih stanica - štapića i čunjića (Slika 21).

Štapići su vrsta fotoreceptorskih stanica u mrežnici koje su odgovorne za vid pri slabom osvjetljenju (skotopički vid), a u ljudskom oku ima oko 120 milijuna štapića te su najgušće raspoređeni na periferiji mrežnice. Štapići su dugi, cilindrični receptori koji sadrže fotopigment rodopsin, sastavljen od proteina opsina i derivata vitamina A zvanog retinal. Kada foton

svjetlosti pogodi rodopsin, dolazi do promjene u obliku retinala, što pokreće biokemijski proces nazvan fototransdukcija. Ovaj proces uzrokuje hiperpolarizaciju stanice i smanjenje oslobađanja neurotransmitera, čime se signal prenosi na bipolarne stanice i dalje prema ganglijskim stanicama, te konačno optičkom živcu. Izuzetno su osjetljivi na svjetlost i mogu detektirati pojedinačne fotone, što ih čini ključnima za vid pri niskom osvjetljenju te su zbog toga najaktivniji u sumrak. Međutim, zbog visoke osjetljivosti na svjetlost, štapići ne mogu razlikovati boje, već pružaju samo crno-bijeli vid i pomažu raspoznati oblike i predmete kada je slabo osvjetljenje. [38, 39]



Slika 21. Građa štapića i čunjića [40]

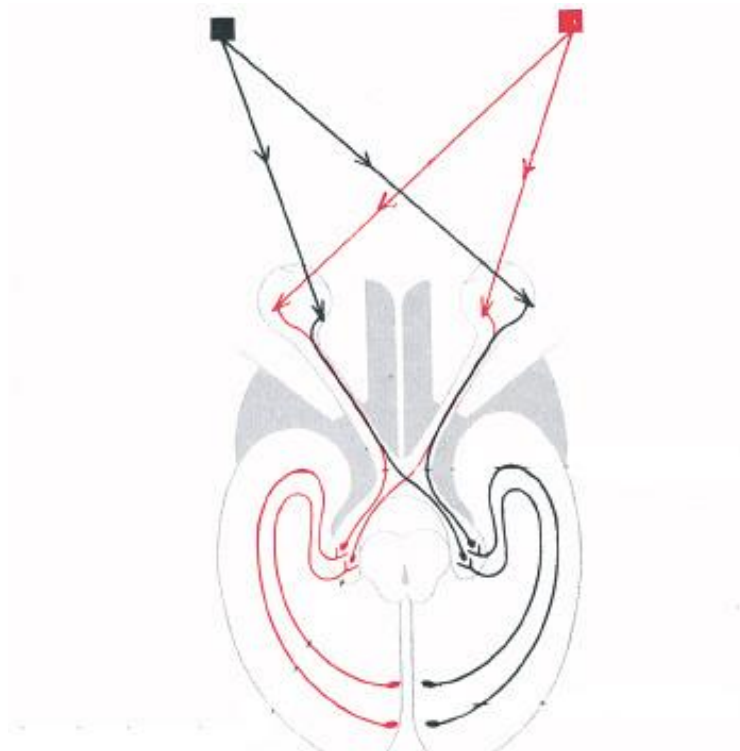
Čunjići su drugi tip fotoreceptorskih stanica u mrežnici, odgovorni za vid pri dnevnom svjetlu (fotopički vid) i što je jako važno percepciju boja, a odgovorni su za detekciju finih detalja. U ljudskom oku ima oko 6 milijuna čunjića, najgušće koncentriranih u makuli, posebno u *fovei centralis*, području odgovornom za najvišu razlučivost vida. Čunjići imaju koničan oblik i sadrže tri različita tipa fotopigmenata (jodopsina), svaki osjetljiv na različit raspon valnih duljina svjetlosti: S-čunjići (kratki valovi, plava svjetlost), M-čunjići (srednji valovi, zelena svjetlost) i L-čunjići (dugi valovi, crvena svjetlost). Kada svjetlost pogodi čunjić, dolazi do fototransdukcije slične onoj u štapićima, što rezultira prijenosom signala kroz bipolarne i ganglijske stanice do optičkog živca. Čunjići su manje osjetljivi na svjetlost u usporedbi sa štapićima, ali su ključni za percepciju detalja i boja pri jakom osvjetljenju. Tri tipa čunjića surađuju u procesu zvanom trikomatska vizija, omogućujući percepciju širokog spektra boja kroz kombinacije različitih stupnjeva stimulacije svakog tipa čunjića. [38, 39]

U mrežnici, štapići i čunjići surađuju kroz mrežu interneurona, uključujući horizontalne i amakrinske stanice, koje integriraju i moduliraju signale prije nego što se prenesu do ganglijskih stanica i optičkog živca. [38, 39] Ovaj složeni sustav omogućuje preciznu regulaciju vidnog procesa i prilagodbu različitim razinama osvjetljenja.

## 2.2.2 Mozak i kreiranje slike u mozgu

Ljudski mozak je nevjerojatno složen i precizno organiziran organ koji upravlja ljudskim živčanim sustavom, a sastavljen je od raznih dijelova i područja, pri čemu svaki ima specifične funkcije koje omogućuju različite aspekte ljudskog iskustva, od osnovnih tjelesnih funkcija do naprednih kognitivnih aktivnosti.

Nakon što svjetlost stimulira fotoreceptore u mrežnici, informacije se prenose kroz optički živac do mozga (Slika 22) Prva stanica obrade je lateralno genikulatno tijelo u talamusu, koje prosljeđuje informacije do vizualnog korteksa u okcipitalnom režnju mozga. [20, 41, 42]



Slika 22. Prikaz putanje svjetla reflektiranog od objekata do živaca i daljnjeg prijenosa živčanih impulsa [41]

U vizualnom korteksu, dolazi do daljnje obrade vizualnih informacija, uključujući boje. Mozak kombinira informacije dobivene od različitih čunjića kako bi kreirao percepciju boje. Ovdje se također integriraju informacije o obliku, veličini, teksturi i pokretu objekata, a percepcija boje je rezultat složenog procesa koji uključuje ne samo fizičke osobine svjetlosti, nego i kontekstualne faktore kao što su osvjetljenje i okolina. [16, 41, 42]

Na slici 22 se može vidjeti kako svjetlo koje dolazi od objekta koje se nalazi s lijeve strane vidnog polja stimulira desnu polovinu mrežnice, a vlakna vidnog živca s desne strane mrežnice kod oba oka spojena su desnim zatiljnim režnjem i obrnuto.

### **2.2.3 Trikromatski vid**

Trikromatski vid omogućuje percepciju širokog raspona boja kombiniranjem signala iz tri tipa čunjića, a aditivno miješanje signala stvara sve boje koje čovjek vidi, od spektralnih do nijansi sive. [43, 44] Ključan je za preciznu percepciju i reprodukciju boja u umjetnosti, dizajnu, fotografiji, televiziji, filmu i tisku. Svjetlosni signali prikupljeni čunjićima prenose se putem optičkog živca do mozga, gdje se informacije o bojama kombiniraju s oblicima, pokretom i dubinom kako bi se stvorila koherentna slika svijeta. [45]

Trikromatski vid omogućuje prepoznavanje i razlikovanje boja, što obogaćuje našu percepciju svijeta i utječe na ponašanje, odluke i interakcije, pa tako na primjer, razlikovanje boje voća može pomoći u procjeni njegove zrelosti, dok prepoznavanje boja semafora omogućuje sigurno sudjelovanje u prometu.

Razlike u percepciji boja među pojedincima, poput daltonizma, mogu utjecati na sposobnost prepoznavanja boja i obavljanje određenih zadataka.

Trikromatska teorija vida objašnjava kako tri vrste čunjića u oku omogućuju percepciju širokog spektra boja. Međutim, percepcija boja je složenija jer se informacije iz čunjića mogu pojačati ili suprimirati, ovisno o kontekstu osvjetljenja. [21]

Percepcija boja također uključuje višu razinu vizualne obrade, poput fenomena konstantnosti boje, a to znači da mozak ispravlja promjene u boji svjetlosti kako bi boje objekata ostale dosljedne pa tako na primjer, bijeli list papira pod različitim svjetlosnim uvjetima i dalje izgleda bijel, jer mozak prilagođava percepciju boje. [21]

Sličan efekt vidi se kod crvenog automobila tijekom dana i zalaska sunca, gdje se boja automobila percipira kao ista unatoč promjenama u osvjetljenju. Konstantnost boje pokazuje složenost ljudske percepcije koja nadilazi interakcije na razini retine i uključuje složene procese u mozgu.

Trikromatski vid također je temelj za tehnologiju prikaza boja. Na primjer, računalni zasloni koriste RGB model (crvena, zelena, plava) za stvaranje širokog spektra boja. Svaki piksel sastoji se od tri subpiksela koji emitiraju različite intenzitete svjetlosti, stvarajući tako boje, a iako RGB model ne može reproducirati sve boje koje ljudsko oko može vidjeti, dovoljno je fleksibilan za većinu digitalnih primjena, uključujući monitore, televizore i kamere.

#### **2.2.4 Poremećaji u viđenju boja**

Poremećaj u kojem osoba nije u stanju razlikovati određene boje ili pak nijanse boja često nazivano sljepoća na boje. Najpoznatiji je daltonizam (*deuteranopia*), a ovo stanje je najčešće nasljedno i povezano je s X kromosomom, što znači da su muškarci češće pogođeni nego žene, a uzrokovana je problemima s pigmentima u čunjićima mrežnice oka, koji su odgovorni za percepciju boja. Ovo stanje može varirati od blagih poteškoća do potpune nemogućnosti prepoznavanja boja.

Vrste poremećaja u viđenju boja, odnosno sljepoće na boje su:

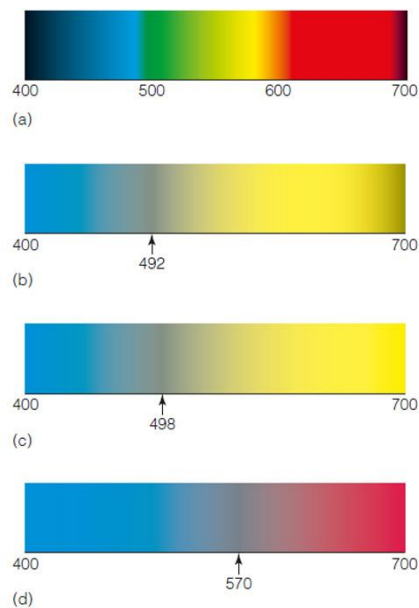
1. **Dikromatizam** što predstavlja nedostatak jednog od tri osnovna pigmenta u čunjićima, a postoje tri glavne vrste dikromatizma:

- **Protanopija** što predstavlja nedostatak crvenih čunjića gdje osobe imaju poteškoće s razlikovanjem crvene i zelene boje.
- **Deuteranopija** što predstavlja nedostatak zelenih čunjića u kojem osobe također imaju poteškoće s razlikovanjem crvene i zelene boje, ali na nešto drugačiji način.
- **Tritanopija** što predstavlja nedostatak plavih čunjića u kojem osobe imaju poteškoće s razlikovanjem plave i žute boje.

2. **Anomalni trikromatizam** što je smanjena funkcionalnost jednog od tri osnovna pigmenta u čunjićima. Također postoje tri glavne vrste (Slika 23):

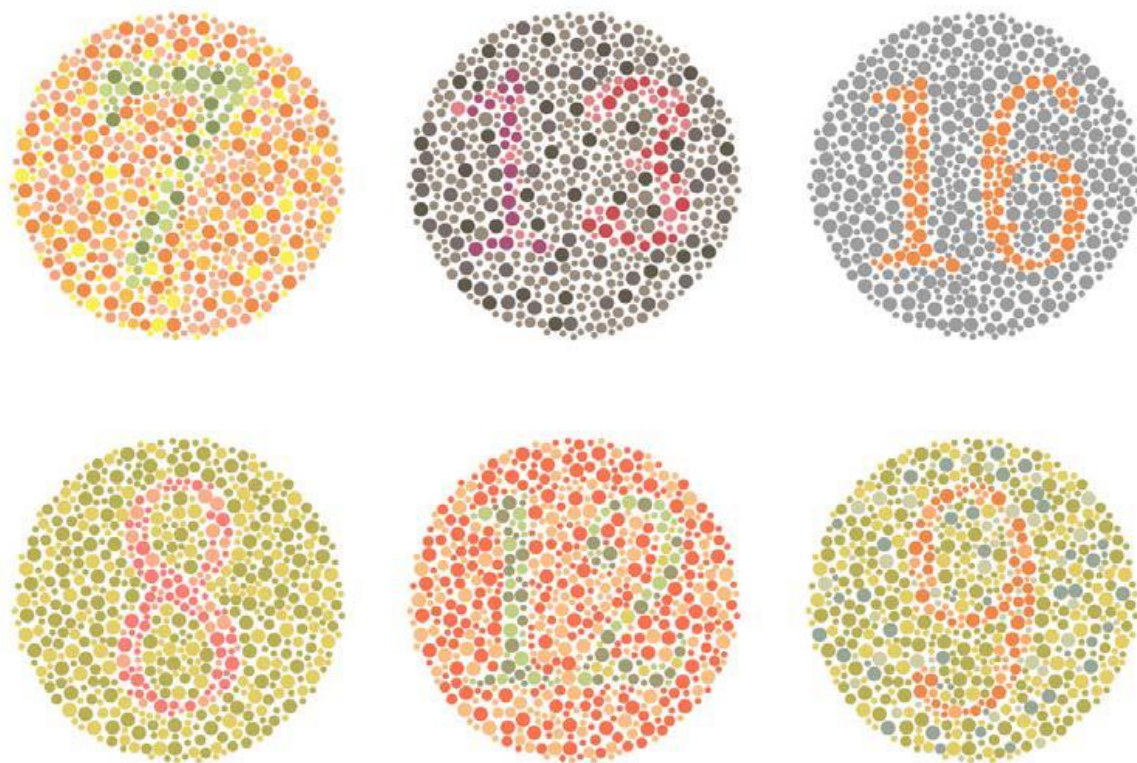
- **Protanomaliya:** Smanjena osjetljivost na crvenu boju.
- **Deuteranomaliya:** Smanjena osjetljivost na zelenu boju.
- **Tritanomaliya:** Smanjena osjetljivost na plavu boju.

3. **Monokromatizam** što predstavlja potpuni nedostatak funkcionalnih čunjića kod kojeg osobe vide okruženje u nijansama sive.



Slika 23. Prikaz normalnog viđenja boja (a) i tri tipa defektnog viđenja boja: protanopija (b), deuteranopija (c) i tritanopija (d) [21]

Ishihara test (Slika 24) je najčešće korišten test za dijagnosticiranje sljepoće na boje, a razvio ga je japanski oftalmolog Shinobu Ishihara 1917. godine. Test se sastoji od niza ploča s točkicama različitih boja i veličina koje tvore brojke ili oblike. Osobe sa sljepoćom na boje imaju poteškoće u prepoznavanju ovih brojki ili oblika jer im određene boje izgledaju identično. Ishihara test je jednostavan za izvođenje, ne zahtijeva posebnu opremu i može se provesti brzo, što ga čini idealnim za primarnu dijagnostiku. [37]



Slika 24. Primjer Ishihara testa za defektno viđenje boja [37]

Uz Ishihara test, često je u upotrebi i Farnsworth-Munsell 100 Hue test kojim se mjeri sposobnost razlikovanja nijansi boja, a sastoji se od niza obojenih pločica koje treba poredati pravim redoslijedom, no zahtjeva nešto dulje vrijeme za izvođenje.

Za vrlo precizno dijagnosticiranje i kvantifikaciju sljepoće na boje provodi se testiranje RGB Anomaloskopom, koji može kvantificirati stupanj i vrstu sljepoće na boje.

### 2.3 Psihologija boja

Psihologija boja je područje istraživanja koje se bavi načinom na koji boje utječu na ljudsku percepciju, emocije i ponašanje. Ovo interdisciplinarno područje uključuje elemente psihologije, umjetnosti i dizajna kao i neuroznanosti, te istražuje kako različite boje mogu izazvati specifične emocionalne reakcije, oblikovati ponašanje i utjecati na odluke pojedinaca. U konačnici, psihologija boja pruža važne uvide koji se mogu primijeniti u različitim

područjima kako bi se poboljšala učinkovitost komunikacije, estetika prostora i proizvoda, te ukupno ljudsko iskustvo. [11,46]

Boje igraju ključnu ulogu u svakodnevnom životu i mogu imati dubok utjecaj na ljudske osjećaje i raspoloženje. Razumijevanje psihologije boja važno je u mnogim područjima, uključujući marketing, dizajn interijera, umjetnost, pa čak i zdravstvenu skrb jer pruža važne uvide koji se mogu primijeniti u različitim područjima kako bi se poboljšala učinkovitost komunikacije, estetika proizvoda i prostora, te ukupno ljudsko iskustvo. Dokazano je da fizička izloženost čovjeka bojama može smanjiti razinu stresa i anksioznosti. [47] Dok se primjerice, u marketingu, boje koriste za privlačenje pažnje, stvaranje identiteta brenda i utjecanje na potrošačke odluke.

Psihologija boja također istražuje kulturne i individualne razlike u percepciji boja. Različite kulture mogu imati različite asocijacije i simboliku vezane uz boje. Istraživanja u psihologiji boja također uključuju biološke aspekte, kao što su genetske predispozicije i funkcija mozga u percepciji boja. Studije pokazuju da biološki čimbenici mogu igrati ulogu u tome zašto pojedinci preferiraju određene boje. [48]

Kompleksnost percepcije boja postaje razumljiva kada se uzme u obzir da ljudska interpretacija boja nije samo funkcija izravne fizičke stimulacije, već i kognitivni proces podložan osobnim iskustvima pojedinca te jezičnim definicijama i kulturološkim utjecajima kojima je pojedinac bio izložen tijekom života. [49]

Razumijevanje preferencije boja izrazito je važno u oblikovanju grafičkih proizvoda jer ima ključnu ulogu u načinu na koji promatrači interpretiraju vizualne poruke, a kroz nju dizajneri mogu bolje komunicirati, povezivati se s ciljanom publikom i stvarati vizualno atraktivne grafičke proizvode. Jedan od temelja grafičkog dizajna je pravilna primjena boja pri oblikovanju grafičkih proizvoda kako bi se poslala željena poruka ciljanoj publici, a bolje razumijevanje mehanizama preferencije boja nužno je za uspješnu komunikaciju putem grafičkih elemenata.

Prepoznajući duboko ukorijenjene konotacije koje boje sa sobom donose i njihov potencijal za pobuđivanje specifičnih emocija te asocijacija kod promatrača, jasno je da njihova promišljena i svjesna upotreba u grafičkom oblikovanju nije samo preporučljiva, već i nužna. [1] S obzirom na tu neospornu važnost, grafičkim dizajnerima važno je razumjeti kako ljudi percipiraju boje



kao i kontinuirano ispitivanje tržišta o preferencijama boja i usavršavanje u domeni boja kako bi postigli željeni učinak u dizajnu grafičkog proizvoda koji oblikuju. [50]

Preferencija boja, kao koncept, odnosi se na individualne i kolektivne sklonosti određenim bojama ili paletama boja, a razumijevanje ove sklonosti može biti razlika između uspješno i neuspješno oblikovanoga komunikacijskog materijala. [51, 52]

Istraživanja pokazuju da preferencije nisu nasumične; često su plod kombinacije kulturnih, socioloških, psiholoških čak i bioloških odnosno evolucijskih faktora kao i osjećaja koje pojedina boja kod promatrača pobuđuje. [53 - 56]

U smislu oblikovanja grafičkih proizvoda, istraživanja su pokazala značajan utjecaj poznavanja i razumijevanja preferencija boja na kvalitetu odabranog grafičkog rješenja ili kampanje. Pravilnim odabirom boja, moguće je povećati prepoznatljivost brenda, poboljšati percepciju i razumijevanje informacija te potaknuti željene reakcije kod ciljane publike. [8, 52, 57 - 60] Primjerice, dok su u nekim kulturama svijetle i jarke boje povezuju s radošću i slavljem, u drugima mogu imati suprotne konotacije poput tuge i žalovanja. [8, 61 - 63] Nadalje, mnogobrojna iscrpna istraživanja o crvenoj boji dokazuju da crvena ima snažan utjecaj na ljudsku psihu, a ljudi je povezuju sa životom, smrti, ljubavi i strahom. [53]

### **2.3.1 Utjecaj boje na percepciju proizvoda i brenda**

Izbor boja može izrazito utjecati na preferencije potrošača u dizajnu proizvoda, a također igraju ključnu ulogu u kreiranju percepcije brenda i mogu utjecati na odluke potrošača [4, 64 - 67]. Istraživanja pokazuju da boje koje izazivaju pozitivne emocionalne reakcije mogu povećati zadovoljstvo korisnika i poboljšati percepciju proizvoda. [63] Asocijacije na boje pomažu potrošačima da brzo procijene proizvode i brendove na temelju vizualnih signala. [68]

Također, odluke o dizajnu i bojama mogu biti vođene imidžom brenda, a rezultati istraživanja pokazuju da usklađenost boja proizvoda s prepoznatljivim bojama brenda može pojačati percepciju konzistentnosti i vjerodostojnosti brenda. Na primjer, ako je određeni brend poznat po svojoj plavoj boji, korištenje iste boje u novim proizvodima može pomoći u jačanju brend identiteta i prepoznatljivosti. [69]

Zasićenost boja u logotipu brenda utječe na osjetljivost potrošača prema brendu, a istraživanje otkriva da visoko zasićene boje mogu privući više pažnje i stvoriti snažnije emocionalne reakcije, što može povećati angažman potrošača. Međutim, prekomjerna zasićenost također može biti preplavljujuća i smanjiti percepciju sofisticiranosti brenda, stoga je važno pronaći ravnotežu. [70]

U dizajnu ambalaže različitih proizvoda, boje kao jedan od najvažnijih elemenata, mogu jako utjecati na percepciju kvalitete, cijene i vrijednosti proizvoda, pa se tako zlatne i srebrne boje često povezuju s luksuznim proizvodima, dok svijetle boje mogu signalizirati svježinu i pristupačnost. [71]

Istraživanje upotrebe crno bijelih elemenata u dizajnu luksuznih proizvoda je pokazalo, značajan učinak, odnosno da pruža drugačiji način gledanja na svijet, što pojačava jedinstvenost i autentičnost proizvoda. Autori istraživanja predlažu menadžerima luksuznih brendova da lansiraju seriju CB tematskih dizajna kako bi u percepciji potrošača stvorili jedinstven i prepoznatljiv dojam o brendu. [72]

### **2.3.2 Preferencije boja ovisno o spolu**

Razlike u preferencijama boja između muškaraca i žena je važno područje istraživanja jer otkriva i pruža uvide koji u oblikovanju grafičkih proizvoda odnosno grafičkih komunikacija omogućuju bolju prilagodbu oblikovanih grafičkih proizvoda različitim tržišnim segmentima, bilo to u tiskanoj ili digitalnoj formi.

Mnogobrojna istraživanja su pokazala da postoje značajne razlike u preferencijama boja između muškaraca i žena. Žene često preferiraju tople boje poput crvene, ružičaste i ljubičaste, dok muškarci preferiraju hladnije tonove poput plave i zelene. [9, 73] Ove razlike mogu se objasniti biološkim čimbenicima, kao što su genetika i hormoni, ali i društvenim normama i kulturalnim očekivanjima.

Istraživanje kulturalne komponente spolnih razlika u preferencijama boja pokazuju da društveni i kulturni čimbenici značajno utječu na ove preferencije. [73] Dodatna objašnjenja bioloških temelje ovih razlika, sugeriraju da su preferencije boja kod muškaraca i žena oblikovane evolucijskim prilagodbama. [9] Na primjer, žene su sklonije preferirati crvenu boju zbog evolucijskih prilagodbi povezanih s prepoznavanjem zrelog voća i društvenih znakova, dok

muškarci preferiraju intenzivnije i hladnije boje zbog evolucijskih prednosti u prepoznavanju plavog neba i vode. [9, 74]

### **2.3.3 Utjecaj starenja na preferencije boja**

Promjene u preferencijama boja kroz životni vijek naglašavaju važnost prilagodbe dizajna proizvoda različitim dobnim skupinama, a razumijevanje kako starenje utječe na preferencije boja može biti korisno za grafičko oblikovanje proizvoda i usluga koje su ciljano usmjerene prema različitim dobnim skupinama.

Kroz povijest je mnogobrojnim istraživanjima pokazano kako se preferencije boja mijenjaju od ranog djetinjstva do zrele dobi [74-79]. Starije osobe često preferiraju manje zasićene boje i neutralne tonove, dok mlađi ljudi preferiraju svjetlije i živopisnije boje. Također, pokazuju da starije osobe preferiraju tonove poput svijetloplave, bež i smeđe, dok mlađi ljudi preferiraju jarke boje poput crvene, žute i zelene. [10, 77, 80, 81]

Postoje neke opće tendencije da ljudi, bez obzira na dob, u pravilu preferiraju hladne boje poput plave, a ne preferiraju tople poput narančaste i žute [76, 82-84]. Istraživanja biološke komponente preferencija boja kod novorođenčadi, pokazuju da biološki čimbenici oblikuju preferencije boja od najranijih dana života te da preferiraju boje s crvenim nijansama za razliku od zelenih nijansi koje najmanje preferiraju. [8]

### **2.3.4 Emocionalne reakcije na boje**

Boje mogu izazvati specifične emocionalne reakcije, što je ključno za dizajn grafičkih komunikacija, a razumijevanje emocionalnih reakcija na boje ključno je za oblikovanje grafičkih komunikacija, jer omogućuje dizajnerima da kreiraju vizualne materijale i okruženja koja rezoniraju s publikom na emocionalnoj razini.

Određene boje mogu značajno utjecati na emocionalno stanje pojedinca. [12] Crvena boja često se povezuje s uzbuđenjem, energijom i hitnošću, dok plava boja izaziva osjećaj smirenosti, povjerenja i stabilnosti. [13, 53]

Druga istraživanja pokazuju kako boje poput crvene i plave utječu na emocionalne reakcije poput ljutnje i tuge, otkrivajući da crvena boja može povećati osjećaj ljutnje, dok plava boja može izazvati osjećaj tuge [54]

Općenito boje koje podsjećaju na prirodu, poput raznih nijansi plavih, zelenih, smeđih i narančastih tonova imaju opuštajući i smirujući učinak te bi ih trebalo čim više upotrebljavati prilikom dizajniranja unutarnjeg stambenog prostora. [85]

### **2.3.5 Utjecaj emocionalnog stanja promatrača na preferenciju boja**

Emocionalno stanje promatrača utječe na doživljaj i odabir boja, a prema nekim studijama, osobe koje prolaze kroz depresivne faze često pokazuju sklonost sivim i zagasitim tonovima, dok su osobe u stanju euforije sklonije percepciji svijetlih i živopisnih nijansi. [86] Nadalje, u stresnim situacijama preferencije mogu naginjati hladnim nijansama koje pobuđuju mir i stabilnost. [12]

Emocionalno stanje može značajno utjecati i na osobni doživljaj i emocionalno atribuiranje boja, odnosno boja koja u jednom trenutku pobuđuje pozitivne osjećaje, u drukčijem emocionalnom kontekstu može izazvati suprotne reakcije, stoga je razumijevanje emocionalnoga konteksta u kojem promatrač doživljava boje od presudne važnosti u domenama poput umjetnosti, oblikovanja grafičkih proizvoda, marketingu i slično.

### **2.3.6 Kulturalne varijacije preferencija boja**

Kulturalni kontekst može značajno utjecati na percepciju boja. Istraživanja kulturalnih razlika u emocionalnim reakcijama na boje, pokazuju da različite kulture imaju specifične preferencije boja koje se mogu mijenjati kroz vrijeme, ovisno o društvenim i ekonomskim promjenama. [7] Na primjer, crvena boja može simbolizirati sreću i prosperitet u kineskoj kulturi, dok u zapadnim kulturama često simbolizira opasnost ili strast.

Kulturološki ujecaj na preferenciju boja se može jako dobro prikazati na brendu Coca-Cola. Naime Coca-Cola je umjesto prepoznatljive crvene boje koristila plavu boju u svom brendu tijekom *Parintins Folklore Festivala* kako bi privukla navijače tima Caprichoso, koji preferiraju plavu boju (Slika 25). Ovaj potez bio je odgovor na činjenicu da su navijači Caprichosa

izbjegavali crvene limenke Coca-Cola jer su povezane s rivalskim timom Garantido, a navedena prilagodba pomogla je povećati prihvaćenost proizvoda među navijačima Caprichosa i pokazala kako prilagođavanje kulturnim preferencijama može pozitivno utjecati na tržišni uspjeh. [87, 88]



Slika 25. Prikaz Coca-Cola limenki u crvenoj i plavoj boji tijekom *Folklore Festivala* [88]

### 2.3.7 Boje u digitalnim medijima i aplikacijama

U digitalnim medijima, boje igraju ključnu ulogu u dizajnu sučelja i korisničkog iskustva i ključni su faktor koji od svih elemenata najviše utječe na korisnika. Istraživanja emocionalnih reakcija na boje u različitim medijima, pokazuju da jednostavni koloristički podražaji mogu izazvati snažne emocionalne odgovore. [16, 89]

Također, istraživanja boja u dizajnu sučelja aplikacija za djecu, otkrivaju da svijetle i živopisne boje povećavaju angažman i zadovoljstvo korisnika. Djeca su sklonija pozitivno reagirati na jarke boje poput crvene, žute i zelene, što ih potiče na interakciju i igru. Svojstva boja mogu izazvati emocije u digitalnim medijima, pokazujući da boje s visokim kontrastom i zasićenjem mogu izazvati snažnije emocionalne reakcije kod korisnika. Na primjer, tople boje poput crvene i narančaste mogu povećati osjećaj uzbuđenja, dok hladne boje poput plave i zelene mogu stvoriti opuštajuću i umirujuću atmosferu. [3, 90]

Rezultati istraživanja, dobiveni objektivnim mjerenjima, pokazuju da svijetle, zasićene boje najjače privlače pažnju korisnika. Previše boja na velikom području previše stimulira mrežnicu što može naprezati oči i biti iritantno za korisnika. Međutim, korištenje takvih tehnika na kratko

vrijeme može učinkovito privući pažnju korisnika. Također upotreba svijetlih i zasićenih boja je važnija za privlačenje pažnje nego nijansa, a dvije druge studije su otkrile da svijetle, zasićene boje imaju veze s visokim uzbuđenjem. To dovodi do zaključka da su upadljive boje karakterizirane visokim vrijednostima nijanse i zasićenosti, dok su preferirane i korisniku prijateljske kombinacije boja više temeljene na kontrastu. [91-93]

### **2.3.8 Boje u marketingu**

Boje igraju ključnu ulogu u marketingu jer mogu značajno utjecati na percepciju brenda i ponašanje potrošača.

Istraživanja dokazuju važnost boja u percepciji brendova, otkrivajući da crvena boja može povećati uzbuđenje i privući pažnju, dok plava boja može komunicirati pouzdanost i profesionalnost. Također, dokazuju utjecaj boja na donošenje odluka potrošača, otkrivajući da boje mogu potaknuti impulsne kupnje i utjecati na percepciju kvalitete proizvoda. Na primjer, zlatna boja može biti povezana s luksuzom i visokom kvalitetom, dok zelena boja može signalizirati ekološku osviještenost i održivost. [4, 94]

Kao što je ranije navedeno izrazito dobar primjer usojednog marketinga upotrebom boje se može vidjeti na primjeru Coca- Cola brenda koji je za potrebe Parintins Folklore Festivala uz svoju prepoznatljivu boju upotrijebio i plavu kako bi povećao prodaju proizvoda (Slika 26 i 27). [87, 88]

Dok jedna istraživanja o utjecaju boje pakiranja na percepciju zdravlja proizvoda kod potrošača pokazuju da su sudionici, kada je zasićenost boje na slici bila viša, ocijenili pića zdravijima, druga istraživanja pokazuju da viša zasićenost boje može biti povezana s nižim procjenama zdravlja. Ukoliko je u simulaciji konzumacije smoothiea, čija boja predstavlja boju pakiranja, zasićenost boje niska to može dovesti do toga da potrošač stekne dojam niske svježine proizvoda. [95 - 98]





Slika 26. Oglašavanje Coca-Cole u prepoznatljivo crvenoj boji [88]



Slika 27. Oglašavanje Coca-Cole u plavoj boji tijekom [88]

Istraživanje ujecaja boje na percepciju fotografija turističkih atrakcija pokazuje kako kod fotografija prirodnih i kulturnih atrakcija zasićenost boja ima suprotan učinak na potrošače dok za lokalne atrakcije pokazuje pozitivan učinak visoke zasićenosti boja. Pretpostavlja se da tome pridonosi veća poznatost i osjećaj bliskosti potrošača. Navedeni rezultati mogu pomoći turističkim agencijama da poboljšaju oglašavanje turističkih atrakcija i dopru do većeg broja potrošača. [99]

Boja kojom su označene cijene proizvoda na tiskanim ili digitalnim marketinškim materijalima također utječe na percepciju potrošača, pa tako ako je cijena istaknuta crvenom bojom potrošači muškog spola će steći dojam veće uštede kupnjom navedenog proizvoda. [100, 101]

Prodaja određenih proizvoda može se povećati pravilnom upotrebom boja pa tako istraživanje na primjeru prodaje bejzbol kape pokazuje da će potrošači imati veću preferenciju za istom ukoliko je ona obojana bojom koja ima sentimentalnu vrijednost odnosno za proizvode sa visokom zasićenosti boja. [102]

### **2.3.9 Utjecaj boja na percepciju i ponašanje u maloprodajnim trgovinama**

U maloprodajnim prostorima, boje mogu utjecati na percepciju, emocionalne reakcije i ponašanje kupaca. Istraživanja pokazuju da različite boje mogu izazvati specifične emocionalne reakcije, što može utjecati na odluke o kupovini i ukupno iskustvo kupaca.

Istraživanje o tome kako boje okoliša u javnim prostorima, poput trgovačkih centara, utječu na emocionalne reakcije i ponašanje pojedinaca je pokazalo da boje poput plave i zelene imaju smirujući učinak na posjetitelje, što može doprinijeti opuštenijem i ugodnijem iskustvu kupovine. S druge strane, boje poput crvene i žute mogu potaknuti uzbuđenje i energiju, čineći kupce budnijima i sklonijima impulzivnim kupovinama. Plava boja često se povezuje s osjećajem smirenosti i povjerenja, što može potaknuti dulji boravak u trgovinama i povećanje prodaje. Zelena boja, povezana s prirodom i obnovom, može stvoriti osjećaj svježine i mira, što također može pozitivno utjecati na iskustvo kupaca. Suprotan učinak ima crvena boja koja se često povezuje s opasnošću i uzbuđenjem te može povećati osjećaj hitnosti i potaknuti brže donošenje odluka, dok žuta boja može privući pažnju i potaknuti pozitivne emocije. [103]

Rad koji istražuje perceptualne i emocionalne učinke svjetla i boja u simuliranom maloprodajnom okruženju pokazuje da različite kombinacije svjetla i boja mogu značajno



utjecati na raspoloženje i ponašanje kupaca. Svjetliji i topliji tonovi mogu stvoriti ugodniju atmosferu, dok hladniji tonovi mogu izazvati osjećaj sofisticiranosti i profesionalnosti. Također naglašava važnost kombinacije svjetla i boja u stvaranju određenih emocija i percepcija pa tako na primjer, topla bijela svjetlost u kombinaciji s toplim bojama poput narančaste ili žute može stvoriti osjećaj ugone i dobrodošlice. S druge strane, hladna bijela svjetlost u kombinaciji s hladnim bojama poput plave ili zelene može stvoriti osjećaj smirenosti i opuštenosti. [104]

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

Uzimajući u obzir postavljene i opisane hipoteze i ciljeve u ovom radu se nastoji istražiti utjecaj spola sudionika istraživanja, prikaza boje i emocionalnog stanja sudionika istraživanja na preferenciju boja. Eksperimentalni dio doktorskoga rada obuhvaća provedbu istraživanja koje se sastoji od četiri ključna dijela:

- kreiranje uzorka sudionika istraživanja,
- kreiranje upitnika
- provedba istraživanja
- statistička analiza prikupljenih podataka

Za potrebe potvrde postavljenih hipoteza, provedeno je istraživanje u obliku upitnika, na području Republike Hrvatske. Kako bi se istraživanje u obliku upitnika provelo na prilično velikom uzorku sudionika istraživanja, provedeno je elektroničkim putem. Navedeni pristup provedbi istraživanja omogućio je doseg ukupnog potrebnog broja sudionika istraživanja pomno raspoređenog kako bi predstavljao demografsku strukturu nacije.

#### **3.1 Uzorak sudionika istraživanja**

Za potrebe istraživanja, a u suradnji sa Ipsos Hrvatska, kreiran je uzorak od 1 000 sudionika istraživanja koji predstavlja demografsku strukturu nacije. Istraživanje je provedeno na muškarcima i ženama starosti između osamnaest i šezdeset pet godina što ujedno obuhvaća radno sposobno stanovništvo jer je pretpostavljeno da upravo navedeni sudinici imaju samostalnost u vidu odabira i potrošačkih navika. Pretpostavljeno je da uključivanjem sudionika istraživanja u navedenom dobnom rasponu donosi relevantne podatke obzirom da je vjerojatnost odabira grafički kreiranih proizvoda nema utjecaja na njih od strane nekog drugog pojedinca.

Obzirom na geografsku raznolikost Republike Hrvatske s različitim geografskim, kulturnim, socijalnim i klimatskim karakteristikama, sudionici istraživanja su raspoređeni po mjestu stanovanja na način da u svakom dijelu Republike Hrvatske budu zastupljeni sudionici iz naselja svih veličina kako bi u prikupljenim podacima dobili rezultate percepcije boja koji odražavaju stavove svih stanovnika nacije.

Definiranim uzorkom sudionika istraživanja omogućeno je prikupljanje i obrada podataka utjecaja navedenih sociodemografskih karakteristika kako bi se postavili temelji za bolje razumijevanje preferencija boja i primjena saznanaja, kako u daljnjim istraživanjima tako i u grafičkim komunikacijama.

## 3.2 Upitnik

Sudionici istraživanja su upitnik dobili elektronskim putem te ga je bilo moguće popuniti isključivo na računalo. Osim prethodno navedenih socio-demografskih pitanja poput dobi, spola i mjesta stanovanja sudionika istraživanja upitnik se sastoji i od pitanja koja predstavljaju dio u kojem se istražuje preferencija boja sudionika istraživanja.

Prilikom kreiranja dijela upitnika u kojem se istražuje preferencija boja bilo je potrebno obratiti pažnju na četiri segmenta, a to su:

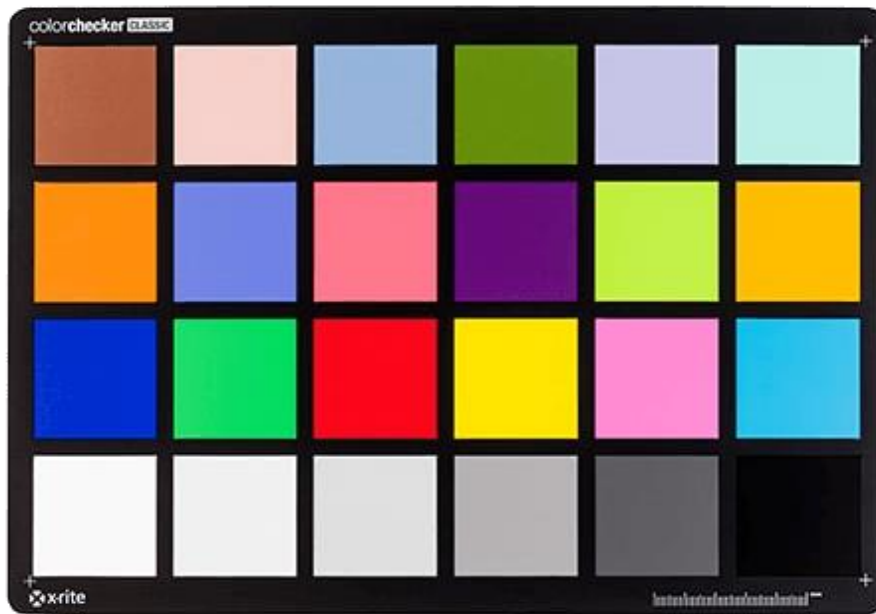
- Odabir palete boja koje će biti prikazane sudionicima
- Priprema dijela upitnika u kojem se procjenjuje trenutno emocionalno stanje sudionika istraživanja
- Priprema dijela upitnika u kojem se prikupljaju podaci preferencije boja ovisno o prikazu boja

### 3.2.1 Set boja

Za potrebe istraživanja odabran je set od 24 boje na temelju X-Rite Color Checker standarda (Slika 28 i 29). Navedeni standard osim osnovnih boja aditivne i suptraktivne sinteze sadrži i dodatne boje koje predstavljaju obojenje stvari i pojava iz prirode.

Prvih dvanaest boja predstavljaju boje koje se pojavljuju u prirodi i najčešće su boje fotografskih motiva i to tamna koža (engl. *Dark Skin*), svijetla koža (engl. *Light Skin*), plavo nebo (engl. *Blue Sky*), boja lista (engl. *Foliage*), plavi cvijet (engl. *Blue Flower*), narančasta (engl. *Orange*), ljubičasto plava (engl. *Purplish Blue*), umjereno crvena (engl. *Moderate Red*), ljubičasta (engl. *Purple*), žuto zelena (engl. *Yellow Green*), narančasto žuta (engl. *Orange Yellow*).

Standard se zatim sastoji od šest boja koje predstavljaju aditivnu i subtraktivnu sintezu boja, a koje su temelj formiranja svih drugih boja i to plava (engl. *Blue*), crvena (engl. *Red*), zelena (engl. *Green*), žuta (engl. *Yellow*), magenta, cijan (engl. *Cyan*). Zadnjih šest boja u standardu predstavlja akromatske nijanse od potpuno bijele do potpuno crne. [105]



Slika 28. X-Rite ColorChecker

Obzirom da je istraživanje provedeno elektronskim putem gdje je trebalo osigurati dosljednost u prikazu boja, prilikom kreiranja upitnika odabrani su heksadecimalni zapisi boja (Slika 28). Heksadecimalni zapis boja je ključni alat u web dizajnu, grafici i digitalnoj umjetnosti koji omogućuje precizno i jednostavno definiranje boja. Njegova jednostavnost, čitljivost i standardizacija čine ga neophodnim za razvoj vizualno atraktivnih i dosljednih digitalnih sadržaja omogućujući precizno definiranje boja pomoću više od 16 milijuna mogućih kombinacija ( $256 \times 256 \times 256$ ), što osigurava širok raspon boja za sve potrebe dizajna.

U heksadecimalnom zapisu boja, svaka boja je ima 6 znakova (RRGGBB) od kojih prva dva znaka predstavljaju crvenu, druga dva zelenu, a zadnja dva plavu boju. Svaka boja može biti prikazana od 00 do FF što odgovara decimalnim vrijednostima od 0 do 255.

	Tamna koža #735244		Ljubičasta #5e3c6c		Bijela #f3f3f3
	Svijetla koža #c29682		Žuto zelena #9dbc40		Neutral 8 #c8c8c8
	Plavo nebo #627a9d		Narančasto žuta #e0a32e		Neutral 6.5 #a0a0a0
	Boja lista #576c43		Plava #383d96		Neutral 5 #7a7a7a
	Plavi cvijet #8580b1		Zelena #469449		Neutral 3.5 #555555
	Plavo zelena #67bdaa		Crvena #af363c		Crna #343434
	Narančasta #d67e2c		Žuta #e7c71f		
	Ljubičasto plava #505ba6		Magenta #bb5695		
	Umjereno crvena #c15a63		Cijan #0885a1		

Slika 29. Heksadecimalni zapisi testiranih boja

### 3.2.2 Emocionalno stanje

Za potrebe potvrde hipoteze H3 potrebno je bilo dobiti podatak samoprocjene trenutnog emocionalnog stanja sudionika istraživanja. Svakom sudioniku su prikazana tri niza jednostavnih ilustracija, poznatih kao *Self-Assessment-Manikin (SAM)*, koje predstavljaju kulturološki neutralan, neverbalni sustav ocjenjivanja koji se temelji na trodimenzionalnom sustavu emocija. [106] Ova metoda je razvijena kako bi omogućila brzu i jednostavnu evaluaciju emocija bez potrebe za složenim verbalnim opisima. [107]

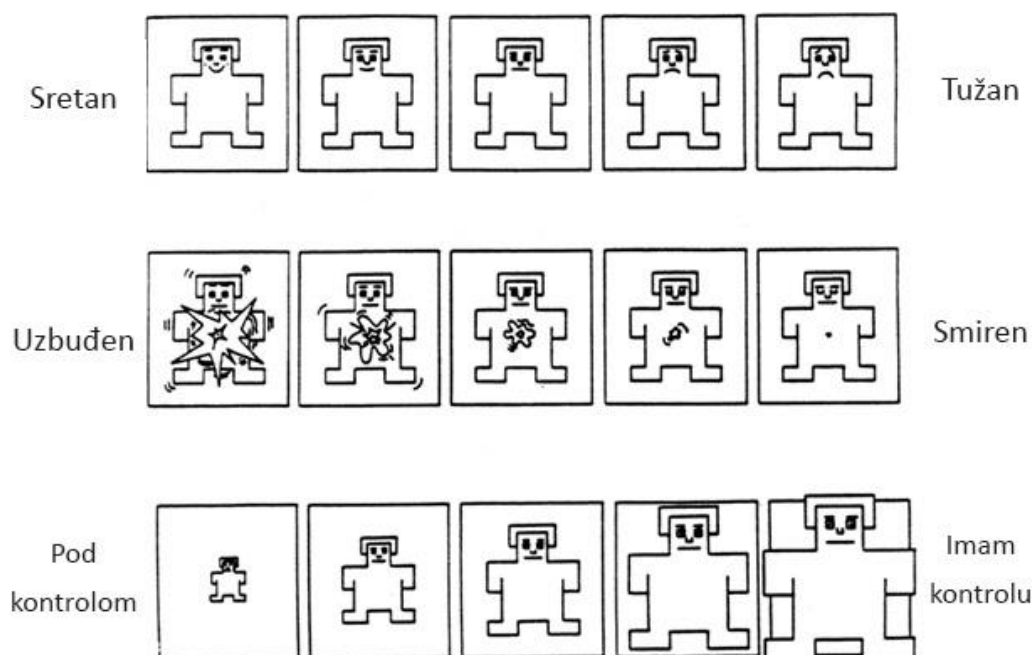
Svaka dimenzija prikazana je nizom ilustracija koje prikazuju različite stupnjeve emocionalnog stanja. Na primjer, dimenzija valencije kreće se od izrazito sretnog do izrazito nesretnog lica, dok dimenzija *arousal* varira od vrlo uzbuđenog do vrlo mirnog izraza. [107]

Korisnici ocjenjuju svoje emocionalno stanje odabirom slike koja najbolje odgovara njihovom trenutnom osjećaju, čime se eliminira potreba za verbalnim opisima i smanjuje mogućnost interpretacijskih pogrešaka.

*Self-Assessment-Manikin* (SAM) se koristi u istraživanjima koja se bave emocionalnim reakcijama, a omogućava istraživačima da kvantificiraju emocionalne reakcije na standardiziran način, što je korisno za usporedbu rezultata između različitih studija i populacija

Zbog svoje jednostavnosti i učinkovitosti, *Self-Assessment-Manikina* je postao popularan alat u područjima poput psihologije, marketinga, dizajna i drugih disciplina koje se bave proučavanjem emocionalnih reakcija i preferencija. Njegova primjena omogućuje bolje razumijevanje kako ljudi emocionalno reaguju na različite podražaje, što može pomoći u dizajniranju proizvoda, usluga i iskustava koja su emocionalno privlačna korisnicima.

Prvi niz prikazuje raspon od „sretan“ do „tužan“, drugi niz predstavlja raspon od „uzbuđen“ do „smiren“, dok treći predstavlja raspon od „nemam kontrolu“ do „imam kontrolu“ (Slika 30). Sudionici istraživanja su imali za zadatak odabrati sličice iz svakog od tri niza, a koje prikazuju kako se osjećaju u trenutku popunjavanja upitnika, a rezultati su promatrani za svaki niz zasebno odnosno utjecaj „sreće“, „uzbuđenosti“ i „kontrole“ na preferenciju boja.



Sudionici istraživanja su prilikom popunjavanja upitnika na *Self-Assessment-Manikin* (SAM) trebali procijeniti svoje trenutno emocionalno stanje u tri kategorije (sretan - tužan, uzbuđen - smiren i nemam kontrolu - imam kontrolu). Ispitanici su na svakoj ljestvici mogli odabrati devet razina svake od kategorija gdje u svakoj skupini vrijednosti označavaju:

sretan - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 – tužan

uzbuđen - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 – smiren

nemam kontrolu - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 – imam kontrolu.

Radi pojednostavljenja analize podataka pojedine razine su objedinjene tako da su u svakoj kategoriji tri razine emocionalnog stanja, odnosno:

**1** – sretan (1, 2, 3), **2**- neutralan (4, 5, 6) i **3** tužan (7, 8, 9)

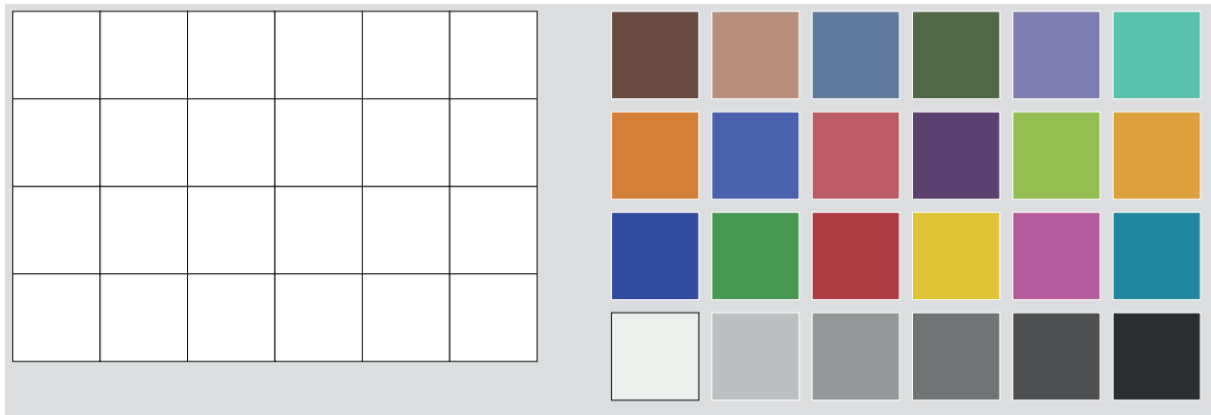
**1** – uzbuđen (1, 2, 3), **2**- neutralan (4, 5, 6) i **3** smiren (7, 8, 9)

**1** – nemam kontrolu (1, 2, 3), **2**- neutralan (4, 5, 6) i **3** imam kontrolu (7, 8, 9)

### **3.2.3 Preferencija boja**

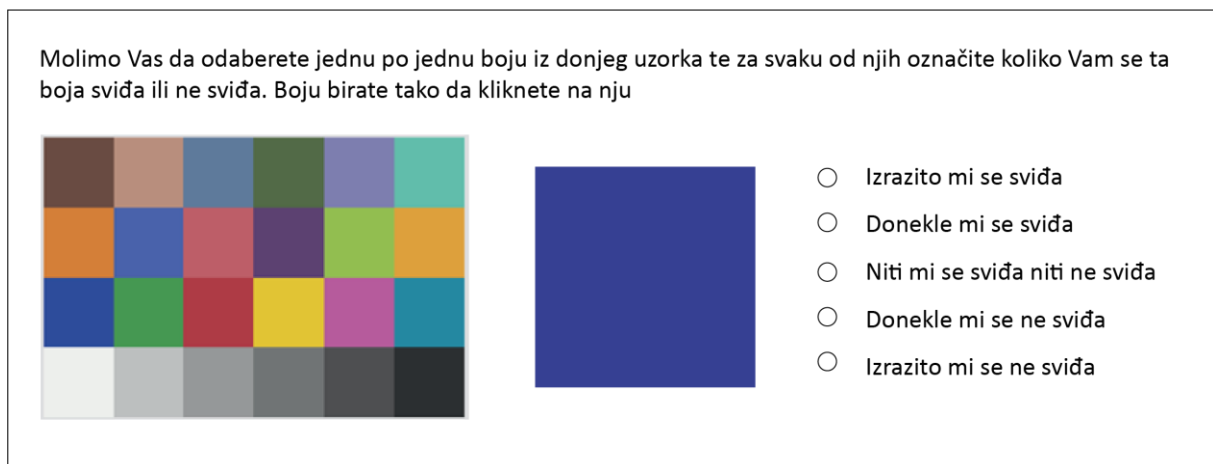
Za potrebe potvrde hipoteza sudionici istraživanja su trebali postaviti 24 ponuđene boje u mrežu šest x četiri te na taj način složiti univerzalan uzorak boja (Slika 31). Svih 24 ponuđenih boja je smješteno na desnoj strani ekrana. Boje su svakom sudioniku prikazane različitim redoslijedom kako se ne bi utjecalo na odgovore.

Zadatak sudionika istraživanja je bio povući boju sa desne strane na lijevu stranu ekrana unutar prikazane mreže i tako dok ne prebace svih 24 ponuđene boje. Na ovaj način kreirani su specifični uzorci boja temeljenih na setu od 24 ponuđene boje.



Slika 31. Prikaz mreže 6x4 polja i palete ponuđenih boja

U sljedećoj fazi, a nakon što su složili specifičan uzorak boja uzorak sudionika je podijeljen na pola. Jednoj polovici sudionika istraživanja se otvorilo pitanje preferencije boja, na način da su trebali kliknuti na jednu od boja u uzorku koji su složili i ocijeniti preferenciju za istu i tako dok ne daju ocjenu za svaku od 24 boje u uzorku (Slika 32). Preferenciju boja su sudionici istraživanja ocjenjivali ocjenama „Izrazito mi se sviđa“, „Donekle mi se sviđa“, „Niti mi se sviđa niti mi se ne sviđa“, „Donekle mi se ne sviđa“ i „Izrazito mi se ne sviđa“.




Slika 32. Prikaz pitanja preferencije boja u uzorku

Drugi dio uzorka sudionika istraživanja je dobio pitanje preferencije boja na način da im je prikazana jedna boja za koju su trebali dati ocjenu preferencije (Slika 33). Kada su odgovorili na pitanje prikazala im se druga boja i tako redom dok nisu dali ocjenu preferencije za svih 24 boje. Također, kao i prethodni dio uzorka sudionika istraživanja preferenciju boja su ocjenjivali



ocjenama „Izrazito mi se sviđa“, „Donekle mi se sviđa“, „Niti mi se sviđa niti mi se ne sviđa“, „Donekle mi se ne sviđa“ i „Izrazito mi se ne sviđa“. Kako bi se izbjegao utjecaj na sudionike istraživanja, redosljed prikazivanih boja je bio s uključenom tzv „rotacijom“, odnosno svakom sudioniku istraživanja je redosljed prikazanih boja bio drugačiji.

Molimo Vas da označite koliko Vam se sviđa ili ne sviđa dolje prikazana boja:



- Izrazito mi se sviđa
- Donekle mi se sviđa
- Niti mi se sviđa niti ne sviđa
- Donekle mi se ne sviđa
- Izrazito mi se ne sviđa

Slika 33. Prikaz pitanja preferencije boja kada se prikazuje svaka boja zasebno

Kao što je prethodno spomenuto sudionici istraživanja su za ocjenu preferencije boja trebali odgovoriti na pitanje „Molimo Vas da označite koliko Vam se sviđa ili ne sviđa prikazana boja“, a ponuđeni odgovori su bili „Izrazito mi se sviđa“, „Donekle mi se sviđa“, „Niti mi se sviđa niti mi se ne sviđa“, „Donekle mi se ne sviđa“ i „Izrazito mi se ne sviđa“ kojima su prilikom obrade podataka dodijeljene ocjene iz likertove skale radi omogućavanja statističke obrade, na način:

1. Izrazito mi se ne sviđa
2. Donekle mi se ne sviđa
3. Niti mi se sviđa niti mi se ne sviđa
4. Donekle mi se sviđa
5. Izrazito mi se sviđa

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

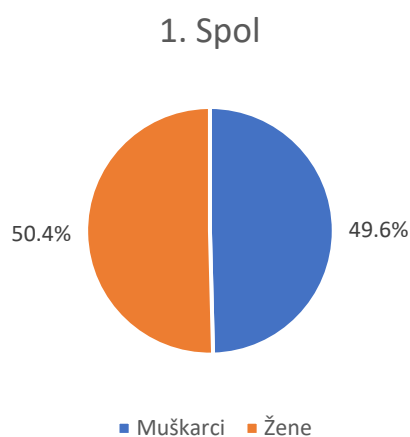
U istraživanju su prikupljeni odgovori od ukupno 1 000 sudionika koji su obrađeni u programu za statističku obradu podataka JASP 0.18.1.0 i Microsoft Excel 365.

Kako bi se analizirala normalnost distribucije prikupljeni podaci su ispitani Shapiro – Wilk statističkim testom, koji se koristi za procjenu normalnosti distribucije uzorka podataka. Drugim riječima, ovaj test ispituje hipotezu da li skup podataka dolazi iz normalno distribuirane populacije, a ako je vrijednost  $p$  manja od unaprijed odabranog referentnog nivoa značajnosti ( $p < 0.05$ ), zaključak je da podaci nisu normalno distribuirani.

### 4.1 Preferencija boja ovisno o spolu sudionika istraživanja

U ovom poglavlju su prikazani rezultati obrađenih podataka preferencije boja ovisno o spolu sudionika istraživanja.

Od ukupno 1 000 sudionika istraživanja, njih 496 (49,6%) pripada muškom dijelu sudionika istraživanja, dok ih 504 (50,4%) pripada ženskom dijelu sudionika istraživanja (Slika 34).



Slika 34. Grafički prikaz raspodjele sudionika po spolu

Za potrebe analize normalnosti distribucije podataka proveden je Shapiro-Wilk test, te je kao referenta vrijednost odabrana  $p < 0.05$ . Kod svih testiranih podataka test je pokazao vrijednosti  $p < .001$  što ukazuje da podaci nisu odstupaju od normalne distribucije (Tablica 1).

Tablica 1. Shapiro - Wilk test normalnosti distribucije podataka preferencije boja ovisno o spolu

		Test normalnosti (Shapiro-Wilk)		
		Srednja vrijednost	W	p
TAMNA KOŽA	Muškarci	2.772	0.911	< .001
	Žene	2.57	0.901	< .001
SVIJETLA KOŽA	Muškarci	2.803	0.914	< .001
	Žene	3.423	0.895	< .001
PLAVO NEBO	Muškarci	3.492	0.894	< .001
	Žene	3.629	0.875	< .001
BOJA LISTA	Muškarci	3.127	0.914	< .001
	Žene	3.008	0.911	< .001
PLAVI CVIJET	Muškarci	3.321	0.903	< .001
	Žene	3.851	0.853	< .001
PLAVO ZELENA	Muškarci	3.605	0.891	< .001
	Žene	3.855	0.84	< .001
NARANČASTA	Muškarci	3.109	0.914	< .001
	Žene	2.905	0.915	< .001
LJUBIČASTO PLAVA	Muškarci	3.835	0.853	< .001
	Žene	3.851	0.862	< .001
UMJERENO CRVENA	Muškarci	3.216	0.907	< .001
	Žene	3.847	0.859	< .001
LJUBIČASTA	Muškarci	3.319	0.909	< .001
	Žene	3.7	0.868	< .001
ŽUTOZELENA	Muškarci	3.438	0.899	< .001
	Žene	3.313	0.899	< .001
NARANČASTO ŽUTA	Muškarci	3.151	0.905	< .001
	Žene	2.968	0.913	< .001
PLAVA	Muškarci	4.03	0.814	< .001
	Žene	3.857	0.85	< .001
ZELENA	Muškarci	3.794	0.864	< .001
	Žene	3.552	0.88	< .001
CRVENA	Muškarci	3.633	0.88	< .001
	Žene	3.845	0.847	< .001
ŽUTA	Muškarci	3.476	0.897	< .001
	Žene	3.409	0.892	< .001
MAGENTA	Muškarci	3.129	0.913	< .001
	Žene	3.887	0.83	< .001
CIJAN	Muškarci	3.927	0.846	< .001
	Žene	3.903	0.837	< .001
BIJELA	Muškarci	3.45	0.905	< .001
	Žene	3.63	0.886	< .001
NEUTRAL 8	Muškarci	3.29	0.902	< .001
	Žene	3.466	0.901	< .001
NEUTRAL 6.5	Muškarci	3.28	0.905	< .001

	Žene	3.387	0.904	< .001
NEUTRAL 5	Muškarci	3.183	0.913	< .001
	Žene	3.302	0.906	< .001
NEUTRAL 3.5	Muškarci	3.173	0.913	< .001
	Žene	3.149	0.912	< .001
CRNA	Muškarci	3.446	0.883	< .001
	Žene	3.458	0.878	< .001

Podaci u prikazanoj tablici ukazuju kako je daljnju analizu podataka potrebno provoditi neparametrijskim statističkim metodama. Obzirom da se uspoređuju podaci temeljem dvije skupine nezavisnih varijabli (muškarci i žene), korištena je neparametrijska metoda Mann Whitney U Test te su dobiveni rezultati analize prikazani u tablici 2. Statistički značajnom razlikom u preferenciji boja ovisno o spolu se smatra rezultat  $p < 0.05$ .

Tablica 2. Značajnost razlike u preferenciji boja ovisno o spolu

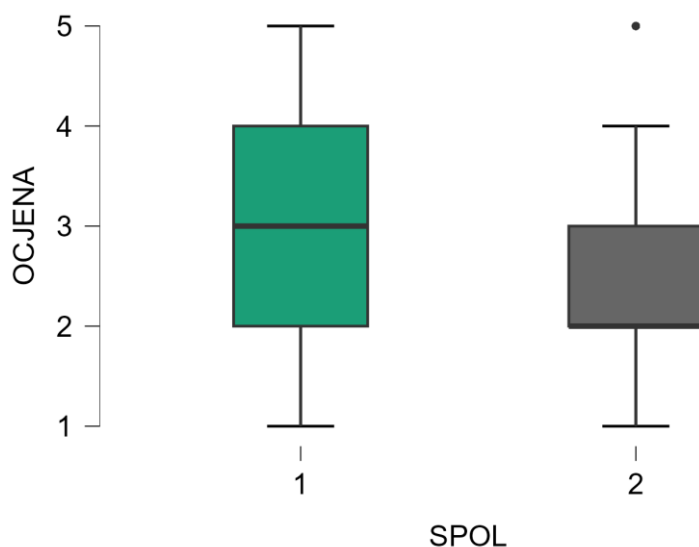
		Mann-Whitney		
		Srednja vrijednost	S	p
TAMNA KOŽA	Muškarci	2.772	137882.5	<b>0.004*</b>
	Žene	2.57		
SVIJETLA KOŽA	Muškarci	2.803	86857.5	< <b>.001**</b>
	Žene	3.423		
PLAVO NEBO	Muškarci	3.492	114084	<b>0.012*</b>
	Žene	3.629		
BOJA LISTA	Muškarci	3.127	131980	0.116
	Žene	3.008		
PLAVI CVIJET	Muškarci	3.321	88451.5	< <b>.001**</b>
	Žene	3.851		
PLAVO ZELENA	Muškarci	3.605	105872	< <b>.001**</b>
	Žene	3.855		
NARANČASTA	Muškarci	3.109	137408.5	<b>0.005*</b>
	Žene	2.905		
LJUBIČASTO PLAVA	Muškarci	3.835	123733	0.772
	Žene	3.851		
UMJERENO CRVENA	Muškarci	3.216	83747.5	< <b>.001**</b>
	Žene	3.847		
LJUBIČASTA	Muškarci	3.319	99892	< <b>.001**</b>
	Žene	3.7		

ŽUTO ZELENA	Muškarci	3.438	131547.5	0.138
	Žene	3.313		
NARANČASTO ŽUTA	Muškarci	3.151	136280	<b>0.011*</b>
	Žene	2.968		
PLAVA	Muškarci	4.03	136216	<b>0.01*</b>
	Žene	3.857		
ZELENA	Muškarci	3.794	139821	< <b>.001**</b>
	Žene	3.552		
CRVENA	Muškarci	3.633	109315	< <b>.001**</b>
	Žene	3.845		
ŽUTA	Muškarci	3.476	127235	0.611
	Žene	3.409		
MAGENTA	Muškarci	3.129	79365	< <b>.001**</b>
	Žene	3.887		
CIJAN	Muškarci	3.927	123625	0.752
	Žene	3.903		
BIJELA	Muškarci	3.45	112998	<b>0.008*</b>
	Žene	3.63		
NEUTRAL 8	Muškarci	3.29	112087	<b>0.003*</b>
	Žene	3.466		
NEUTRAL 6.5	Muškarci	3.28	116706	0.058
	Žene	3.387		
NEUTRAL 5	Muškarci	3.183	116657	0.058
	Žene	3.302		
NEUTRAL 3.5	Muškarci	3.173	126639	0.71
	Žene	3.149		
CRNA	Muškarci	3.446	123935	0.812
	Žene	3.458		

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < .001$

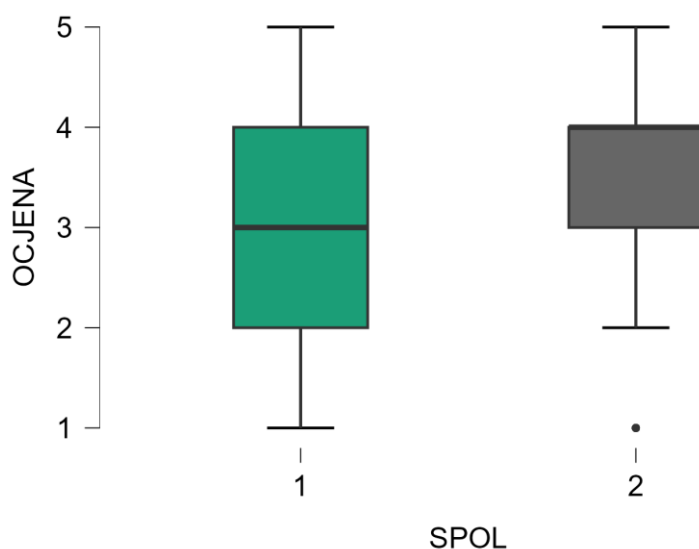
Rezultati prikazani u tablici 2 pokazuju kako postoji statistički značajna razlika ( $p < 0.05$ ) u preferenciji petnaest testiranih boja i to kod boja tamna koža, svijetla koža, plavo nebo, plavi cvijet, plavo zelena, narančasta, umjereno crvena, ljubičasta, narančasto žuta, plava, zelena, crvena, magenta, bijela, neutral 8.

Kako bi se razumljivije pokazalo tko više preferira pojedine boje (muškarci ili žene) kod kojih se pokazala statistički značajna razlika, na temelju distribucije ocjena napravljeni su grafovi prikazani na slikama 35-52 u obliku *Boxplot* grafova i ukoliko *Boxplot* graf ne nudi jasno vidljivu razliku grafovi u obliku linijskog grafa s greškama (*error bars*). Na grafovima se na x osi nalaze oznake spola gdje 1 predstavlja muškarce, a 2 žene, dok se na y osi nalaze ocjene od 1 do 5.



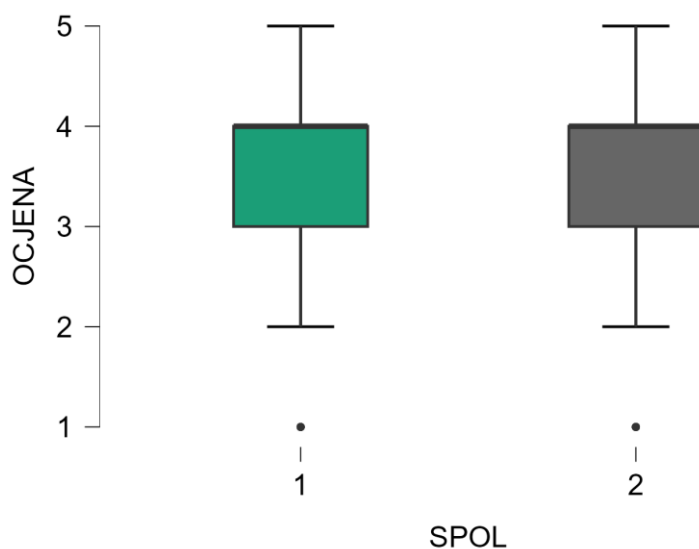
Slika 35. Grafički prikaz preferencije boje tamna koža ovisno o spolu u *Boxplot* obliku

Iz tablice 2 i slike 35 na kojoj je *Boxplot* grafom prikazana razlika u preferenciji boje tamna koža ovisno o spolu može se vidjeti kako muškarci više preferiraju boju tamna koža od žena a na to ukazuju medijan, srednja vrijednost i ostali parametri.

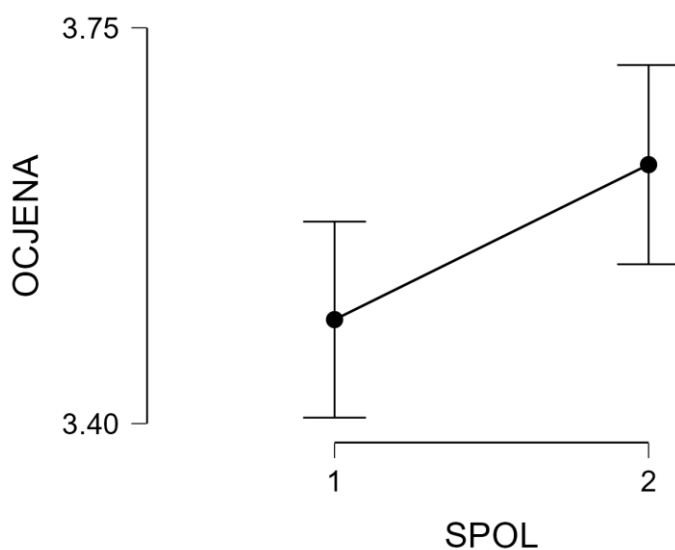


Slika 36. Grafički prikaz preferencije boje svijetla koža ovisno o spolu u *Boxplot* obliku

Analizirajući tablicu 2 i *Boxplot* graf na slici 36 na kojoj je prikazana razlika u preferenciji boje svijetla koža ovisno o spolu može se zaključiti kako ju žene više preferiraju u odnosu na muškarce, što je vidljivo iz medijana, srednje vrijednosti i ostalih prikazanih parametara.

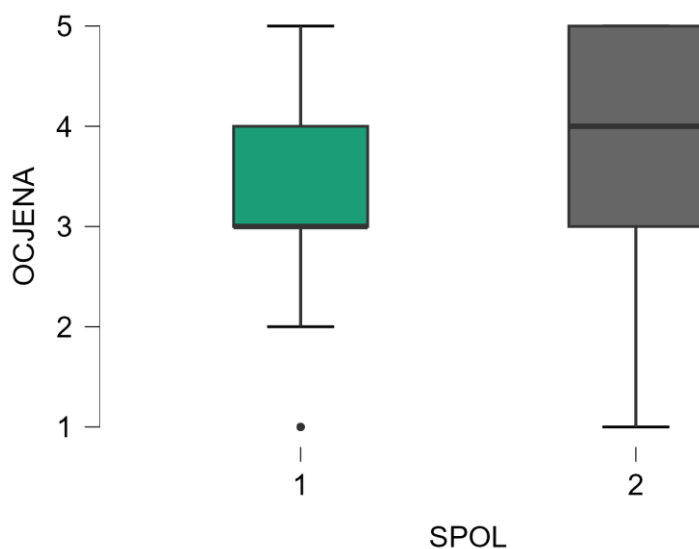


Slika 37. Grafički prikaz preferencije boje plavo nebo ovisno o spolu u *Boxplot* obliku



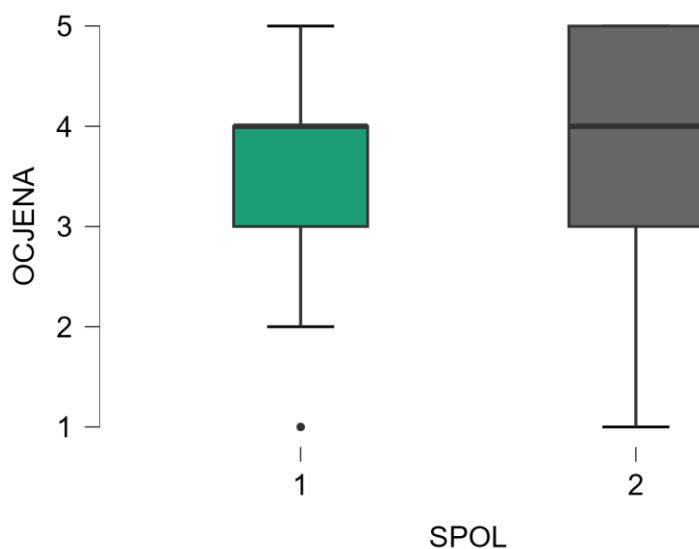
Slika 38. Grafički prikaz preferencije boje plavo nebo ovisno o spolu u obliku linijskog grafa

Pregledom tablice 2, kao i *Boxplot* grafikona, odnosno grafa u obliku linijskog grafa prikazanih na slikama 37 i 38, jasno je da žene preferiraju boju plavo nebo više nego muškarci. Iako im je medijan otprilike na istoj razini, srednja vrijednost i ostali parametri ukazuju na navedenu razliku u preferenciji.



Slika 39. Grafički prikaz preferencije boje plavi cvijet ovisno o spolu za boju u *Boxplot* obliku

Iz tablice 2 i *Boxplot* grafikona na slici 39, može se zaključiti da žene pokazuju veću sklonost prema boji plavog cvijeta u usporedbi sa muškarcima, što pokazuju medijan, srednja vrijednost i ostali statistički pokazatelji.

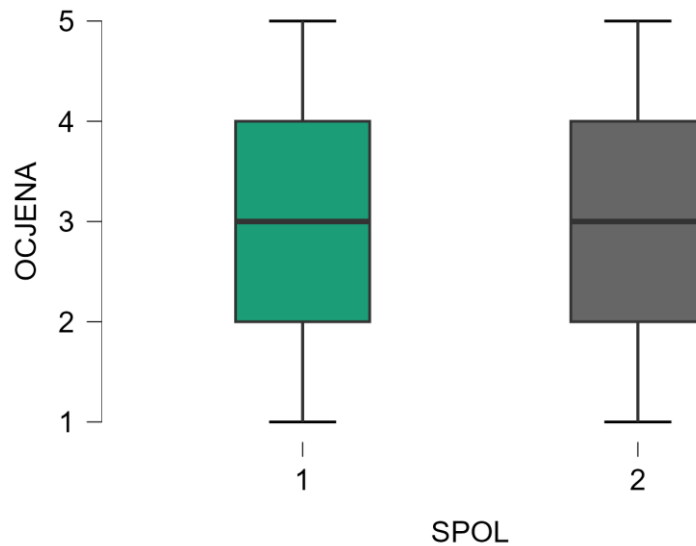


Slika 40. Grafički prikaz prikaz preferencije plavo zelene boje ovisno o spolu u *Boxplot* obliku

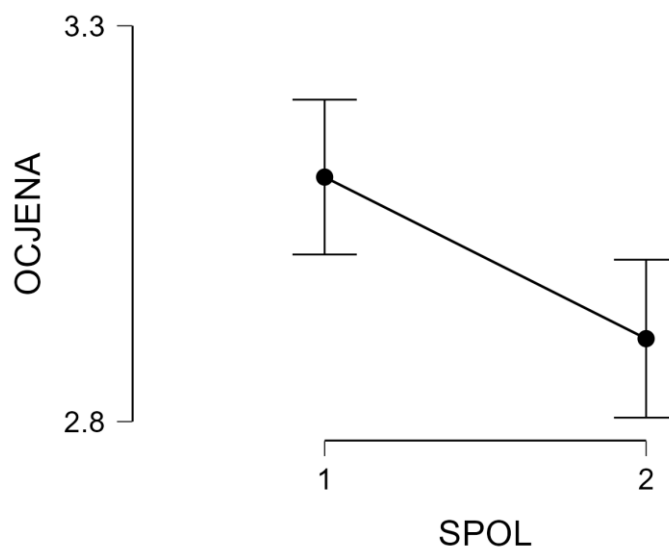
Iz slike 40 na kojoj je *Boxplot* grafom prikazana razlika u preferenciji boje plavo zelena ovisno o spolu, kao i tablice 2 može se vidjeti kako žene više preferiraju navedenu boju u odnosu na



muškarce. Iako im je medijan otprilike na istoj razini srednja vrijednost i ostali parametri pokazuju navedenu razliku u preferenciji.

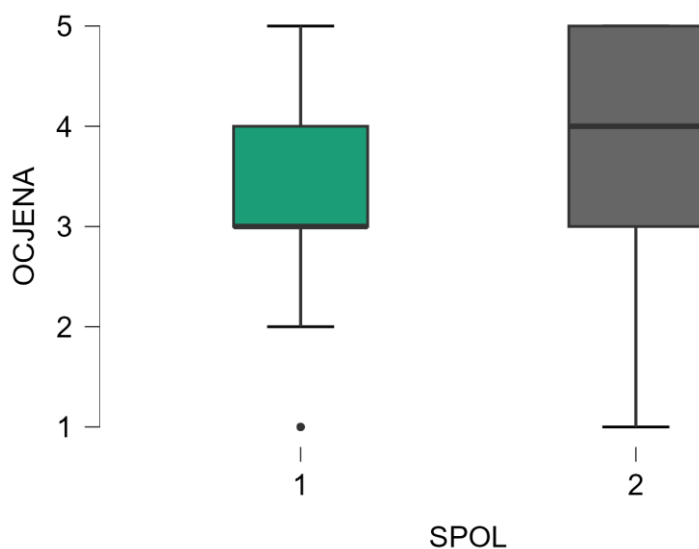


Slika 41. Grafički prikaz preferencije narančaste boje ovisno o spolu u *Boxplot* obliku



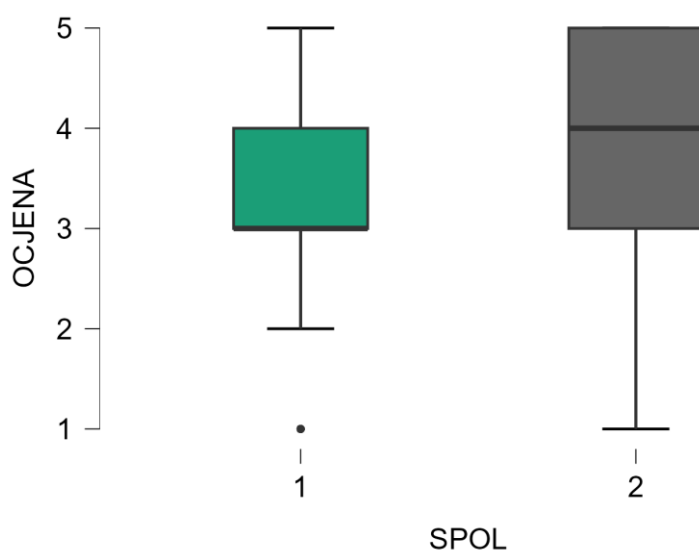
Slika 42. Grafički prikaz preferencije narančaste boje ovisno o spolu u obliku linijskog grafa

Na slikama 41 i 42 na kojima su *Boxplot* grafom i linijskog grafa prikazane razlike u preferenciji narančaste boje i tablice 2 može se vidjeti kako ju više preferiraju muškarci u odnosu na žene. Iako im je medijan otprilike na istoj vrijednosti, ostali parametri ukazuju na navedenu razliku.



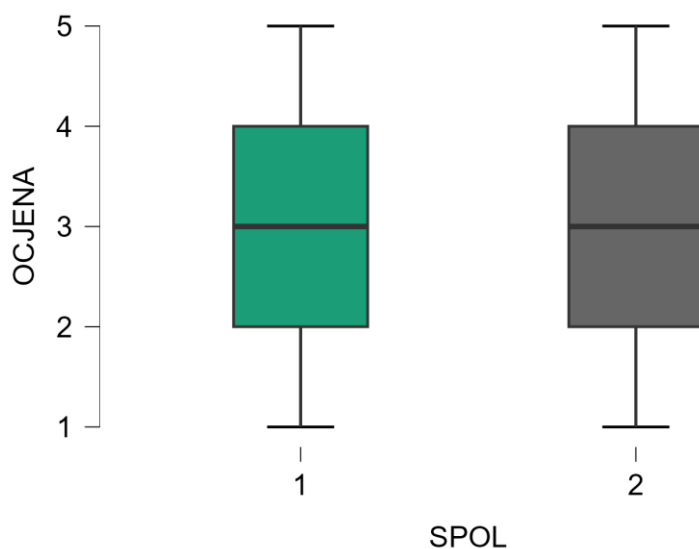
Slika 43. Grafički prikaz preferencije umjerenom crvene boje ovisno o spolu u *Boxplot* obliku

Analizom podataka u tablici 2 i Boxplot grafa na slici 43, može se zaključiti da žene više preferiraju umjerenom crvenu boju u odnosu na muškarce, što je vidljivo iz medijana, srednje vrijednosti i ostalih prikazanih parametara.

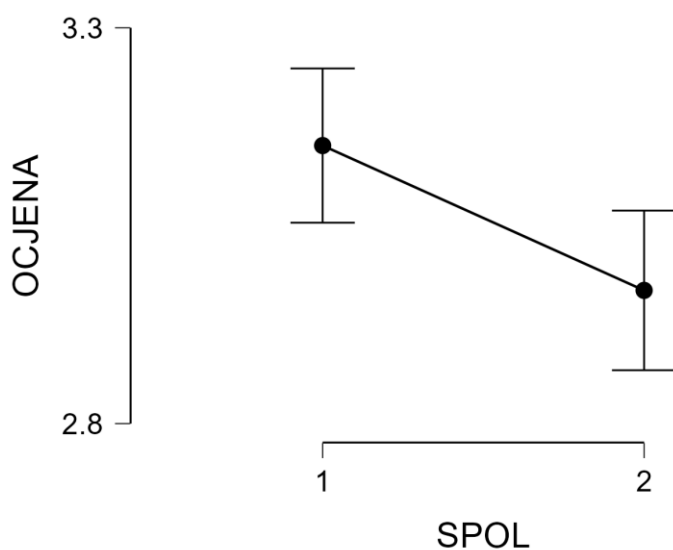


Slika 44. Grafički prikaz preferencije ljubičaste boje ovisno o spolu u *Boxplot* obliku

Pregledom tablice 2 i *Boxplot* grafikona na slici 44, jasno se može vidjeti da žene preferiraju ljubičastu boju više nego muškarci, što je potvrđeno medijanom, srednjom vrijednošću i drugim statističkim parametrima.

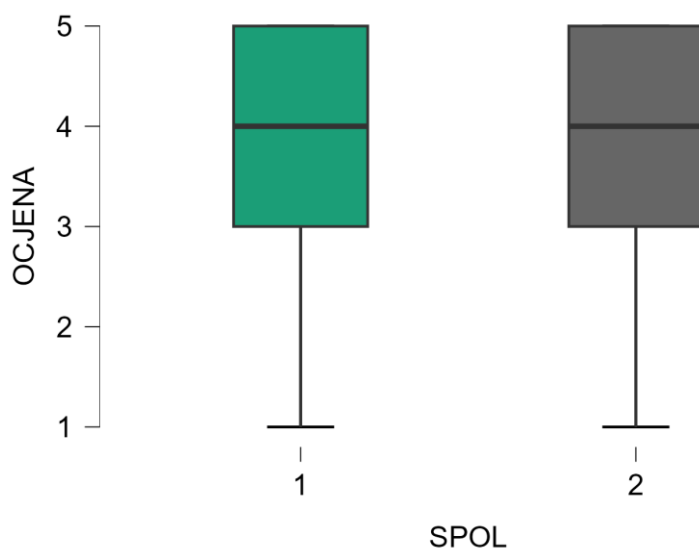


Slika 45. Grafički prikaz preferencije narančasto žute boje ovisno o spolu u *Boxplot* obliku

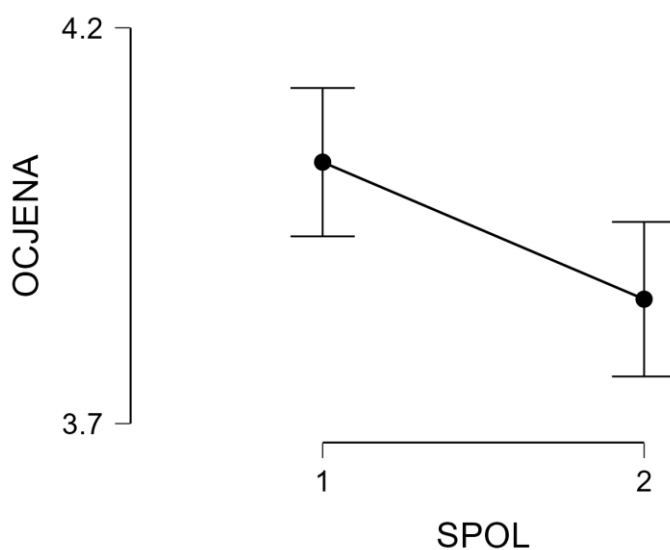


Slika 46. Grafički prikaz preferencije narančasto žute boje ovisno o spolu u obliku linijskog grafa

Analizom slika 45 i 46, na kojima su prikazane razlike u preferenciji narančasto žute boje putem *Boxplot* i linijskog grafikona, te podataka iz tablice 2, vidljivo je da muškarci više preferiraju ovu boju u usporedbi sa ženama. Iako im je medijan sličan, ostali parametri ukazuju na navedenu razliku.

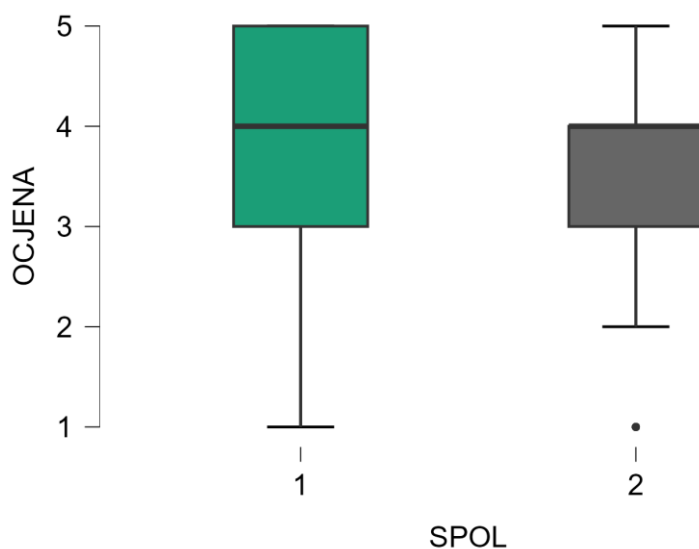


Slika 47. Grafički prikaz preferencije plave boje ovisno o spolu u *Boxplot* obliku



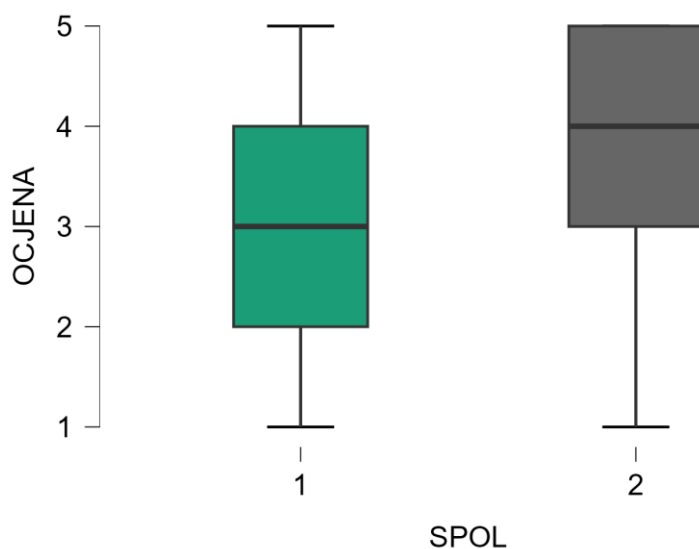
Slika 48. Grafički prikaz preferencije plave boje ovisno o spolu u obliku linijskog grafa

Pregledom slika 47 i 48, gdje su razlike u preferenciji plave boje prikazane *Boxplot* i linijskim grafikonom, te podacima iz tablice 2, može se primijetiti da muškarci pokazuju veću sklonost prema ovoj boji u odnosu na žene. Medijani su im približno jednaki, ali ostali parametri otkrivaju navedenu razliku.



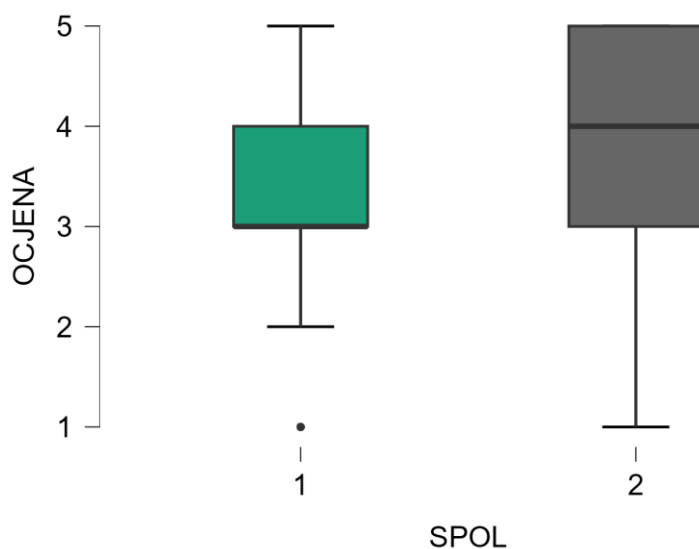
Slika 49. Grafički prikaz preferencije zelene boje ovisno o spolu u *Boxplot* obliku

Iz tablice 2 i *Boxplot* grafikona na slici 49, može se zaključiti da muškarci pokazuju veću sklonost prema zelenoj boji u usporedbi sa ženama, što pokazuju medijan, srednja vrijednost i ostali statistički pokazatelji.



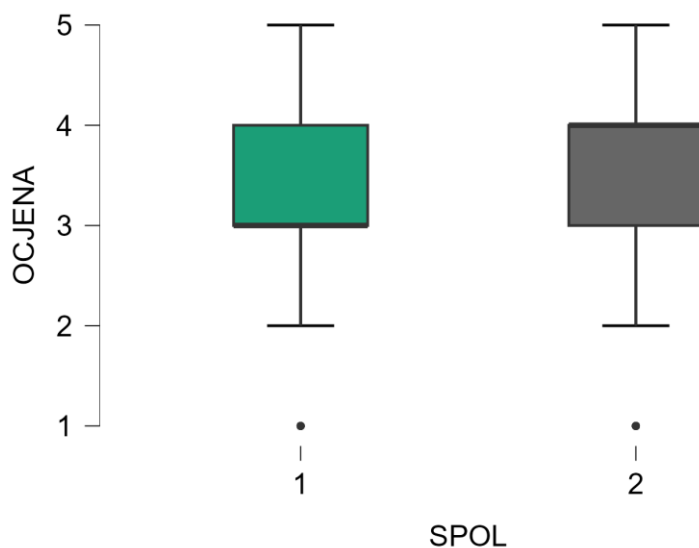
Slika 50. Grafički prikaz preferencije magenta boje ovisno o spolu u *Boxplot* obliku

Analizom podataka u tablici 2 i *Boxplot* grafikon na slici 50, možemo zaključiti da žene više preferiraju magenta boju u odnosu na muškarce, što je vidljivo iz medijana, srednje vrijednosti i ostalih statističkih parametara.



Slika 51. Grafički prikaz preferencije bijele boje ovisno o spolu u *Boxplot* obliku

Pregledom podataka navedenih u tablici 2 i slike 51 na kojoj je *Boxplot* grafom prikazana razlika u preferenciji bijele boje ovisno o spolu može se vidjeti da ju žene preferiraju više u odnosu na muškarce.



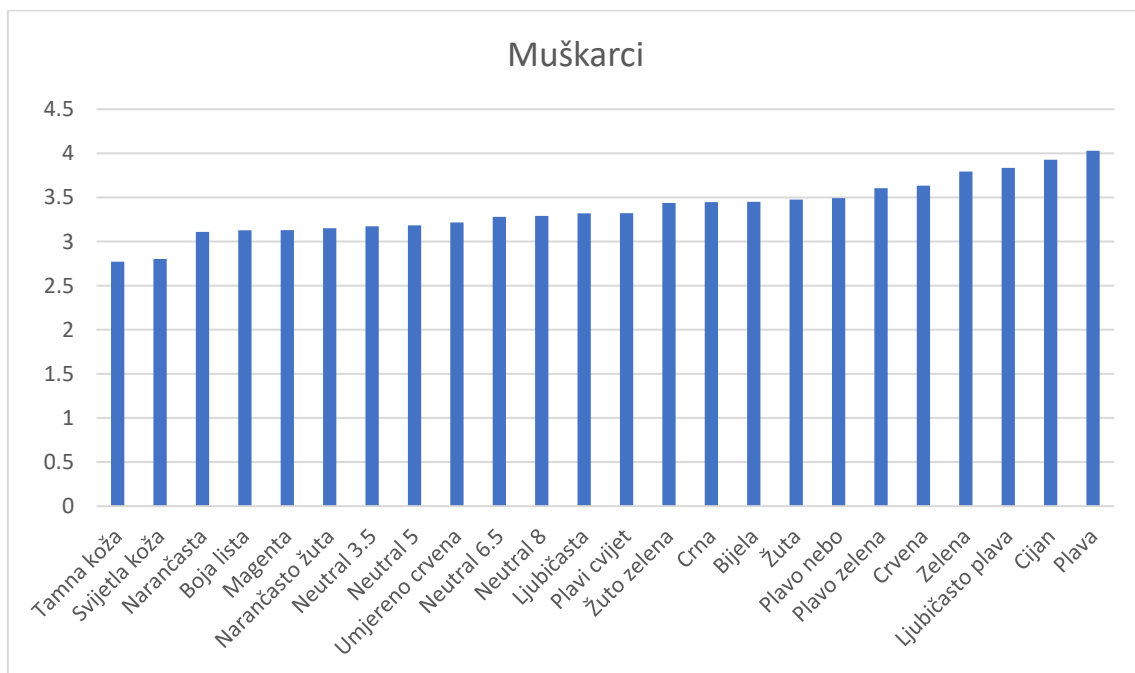
Slika 52. Grafički prikaz preferencije boje neutral 8 ovisno o spolu *Boxplot* obliku

Iz tablice 2 i *Boxplot* grafikona na slici 52, može se zaključiti da žene pokazuju veću sklonost prema boji neutral 8 u usporedbi sa muškarcima, što pokazuju medijan, srednja vrijednost i ostali statistički pokazatelji

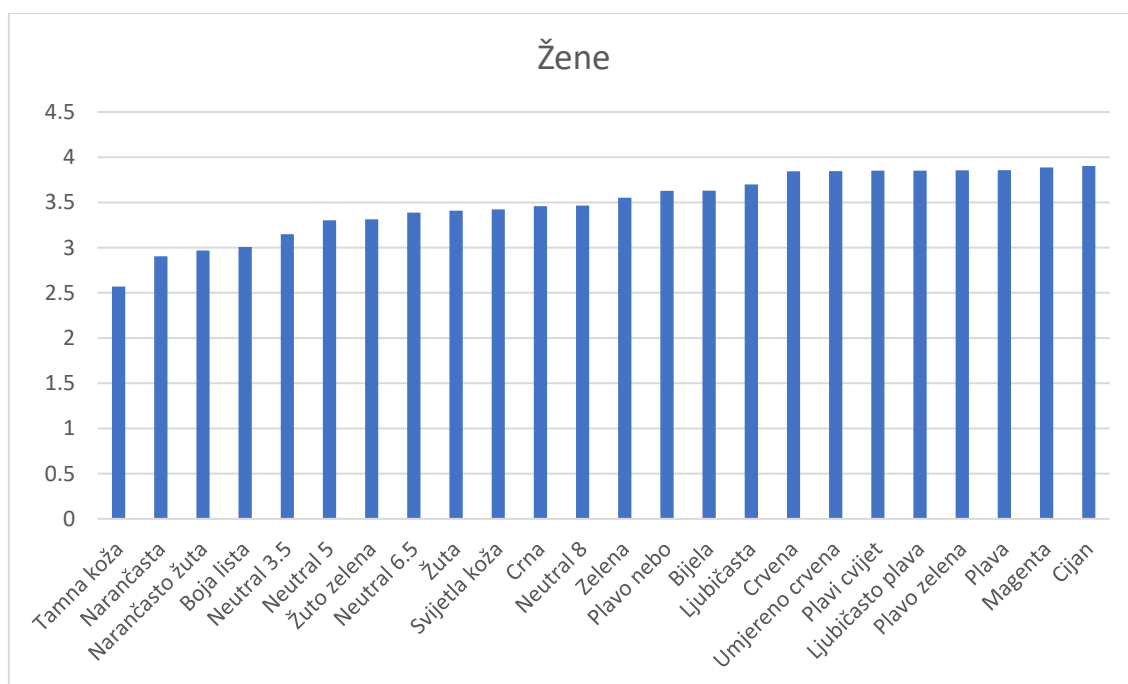
Kada se analiziraju svi dostupni podaci iz tablice 2 i prikazanih grafova može se vidjeti kako žene u odnosu na muškarce više preferiraju boje svijetla koža, plavo nebo, plavičasti cvijet, plavozelena, umjereno crvena, ljubičasta, crvena, magenta, bijela i neutral 8.

Također se može vidjeti kako muškarci u odnosu na žene više preferiraju boju tamne kože, narančastu, narančastožutu, plavu i zelenu.

Kako bi se vidjele razlike u odnosu kako su boje poredane po ocjenama preferencije koje su sudionici istraživanja dali za svaku boju napravljeni su grafovi (Slike 53,54 i 55) zasebno za žene i muškarce. Grafovi prikazuju srednje ocjene koje su sudionici dali bojama, a poredane su od najslabije ocijenjene do najbolje ocijenjene boje.



Slika 53. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod muškaraca od najmanje preferirane do najviše preferirane



Slika 54. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod žena od najmanje preferirane do najviše preferirane

Grafovi pokazuju da postoje sličnosti u preferencijama boja između muškaraca i žena, posebno u neutralnim i visoko preferiranim bojama. Međutim, postoje i razlike, gdje žene preferiraju magenta i plavo zelenu više nego muškarci, dok muškarci preferiraju ljubičasto plavu i zelenu više nego žene. Također, žene imaju veći raspon boja koje preferiraju s višim ocjenama u usporedbi s muškarcima.

Obje skupine, muškarci i žene, pokazuju sličan obrazac preferencija s najmanje preferiranim bojama kao što su tamna koža, narančasta i boja lista, dok su plava i cijan među najviše preferiranim bojama u obje skupine

## 4.2 Preferencija boja ovisno o načinu prikaza boja

U ovom poglavlju su prikazani rezultati prikupljenih i obrađenih podataka preferencije boja ovisno o načinu prikaza boja prilikom ocijenjivanja preferencije.

Način prikaza boje unutar uzorka sudionika podijeljen po pola odnosno 50% ispitanika su boje prikazane svaka zasebno dok je drugih 50% sudionika istraživanja na ekranu bio prikazan uzorak koji su u jednom dijelu anketnog upitnika sami složili. Od ukupno 1 000 sudionika



istraživanja, njih 500 je prikazana svaka boja zasebno, dok je 500 prikazan prethodno složeni uzorak.

Radi jednostavnosti obrade i analiziranja podataka u daljnjem dijelu poglavlja oznaka 1 se odnosi na način prikaza u uzorku, dok se oznaka 2 odnosi na način prikaza gdje je sudionicima istraživanja prikazana svaka boja zasebno prilikom ocjene preferencije boja.

Za potrebe analize normalnosti distribucije podataka proveden je Shapiro-Wilk test, te je kao referenta vrijednost odabrana  $p < 0.05$ . Kod svih testiranih podataka test je pokazao vrijednosti  $p < .001$  što ukazuje da podaci odstupaju od normalne distribucije (Tablica 3).

Tablica 3. Shapiro-Wilk test normalnosti distribucije podataka preferencije boja ovisno o načinu prikaza

Boja	Način prikaza	Srednja vrijednost	Test normalnosti podataka (Shapiro-Wilk)	
			W	<i>p</i>
TAMNA KOŽA	1	2.713	0.905	< .001
	2	2.628	0.906	< .001
SVIJETLA KOŽA	1	3.13	0.912	< .001
	2	3.1	0.915	< .001
PLAVO NEBO	1	3.558	0.881	< .001
	2	3.564	0.886	< .001
BOJA LISTA	1	3.118	0.914	< .001
	2	3.016	0.913	< .001
PLAVI CVIJET	1	3.624	0.884	< .001
	2	3.552	0.895	< .001
PLAVO ZELENA	1	3.79	0.855	< .001
	2	3.672	0.884	< .001
NARANČASTA	1	2.998	0.914	< .001
	2	3.014	0.915	< .001
LJUBIČASTO PLAVA	1	3.872	0.855	< .001
	2	3.814	0.864	< .001
UMJERENO CRVENA	1	3.562	0.887	< .001
	2	3.506	0.896	< .001
LJUBIČASTA	1	3.554	0.89	< .001
	2	3.468	0.898	< .001
ŽUTO ZELENA	1	3.366	0.902	< .001
	2	3.384	0.898	< .001
NARANČASTO ŽUTA	1	3.004	0.905	< .001

	2	3.114	0.912	< .001
PLAVA	1	3.962	0.824	< .001
	2	3.924	0.841	< .001
ZELENA	1	3.688	0.872	< .001
	2	3.656	0.874	< .001
CRVENA	1	3.812	0.842	< .001
	2	3.668	0.883	< .001
ŽUTA	1	3.432	0.894	< .001
	2	3.452	0.895	< .001
MAGENTA	1	3.541	0.878	< .001
	2	3.482	0.892	< .001
CIJAN	1	3.926	0.83	< .001
	2	3.904	0.851	< .001
BIJELA	1	3.631	0.89	< .001
	2	3.45	0.902	< .001
NEUTRAL 8	1	3.434	0.902	< .001
	2	3.324	0.905	< .001
NEUTRAL 6.5	1	3.33	0.906	< .001
	2	3.338	0.906	< .001
NEUTRAL 5	1	3.25	0.911	< .001
	2	3.236	0.909	< .001
NEUTRAL 3.5	1	3.066	0.912	< .001
	2	3.256	0.912	< .001
CRNA	1	3.484	0.871	< .001
	2	3.42	0.888	< .001

Iz prikazanih podataka, a obzirom na dobivenu vrijednost  $p > .001$  se zaključuje kako je daljnju analizu podataka potrebno provoditi neparametrijskim statističkim metodama. Obzirom da se uspoređuju podaci temeljem dvije skupine nezavisnih varijabli (način prikaza 1 i način prikaza 2), korištena je neparametrijska metoda Mann Whitney te su dobiveni rezultati analize prikazani u tablici 4.

Tablica 4. Značajnost razlike u preferenciji boja ovisno o načinu prikaza

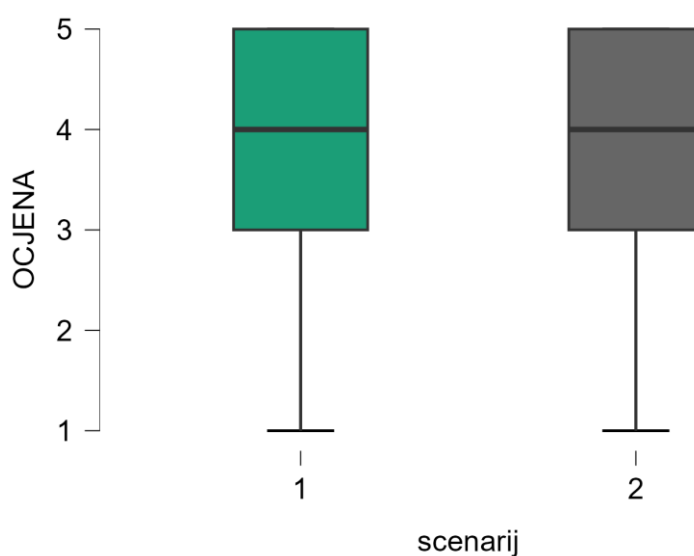
Boja	Način prikaza	Srednja vrijednost	Mann-Whitney	
			Statistic	p
TAMNA KOŽA	1	2.713	130457.5	0.24
	2	2.628		
SVIJETLA KOŽA	1	3.13	128022	0.532
	2	3.1		
PLAVO NEBO	1	3.558	126868.5	0.666
	2	3.564		
BOJA LISTA	1	3.118	130445	0.22
	2	3.016		
PLAVI CVIJET	1	3.624	130965	0.174
	2	3.552		
PLAVO ZELENA	1	3.79	134243	<b>0.035*</b>
	2	3.672		
NARANČASTA	1	2.998	124362	0.885
	2	3.014		
LJUBIČASTO PLAVA	1	3.872	129040.5	0.352
	2	3.814		
UMJERENO CRVENA	1	3.562	130367.5	0.221
	2	3.506		
LJUBIČASTA	1	3.554	130682	0.198
	2	3.468		
ŽUTOZELENA	1	3.366	123719.5	0.772
	2	3.384		
NARANČASTO ŽUTA	1	3.004	119356.5	0.201
	2	3.114		
PLAVA	1	3.962	128484.5	0.422
	2	3.924		
ZELENA	1	3.688	127930	0.502
	2	3.656		
CRVENA	1	3.812	136762	<b>0.007*</b>
	2	3.668		
ŽUTA	1	3.432	124698	0.946
	2	3.452		
MAGENTA	1	3.541	129492	0.283
	2	3.482		
CIJAN	1	3.926	129452.5	0.304
	2	3.904		
BIJELA	1	3.631	136650.5	<b>0.007*</b>
	2	3.45		
NEUTRAL 8	1	3.434	132084.5	0.105

	2	3.324		
NEUTRAL 6.5	1	3.33	124835	0.97
	2	3.338		
NEUTRAL 5	1	3.25	125807	0.854
	2	3.236		
NEUTRAL 3.5	1	3.066	114328	<b>0.016*</b>
	2	3.256		
CRNA	1	3.484	129154	0.35
	2	3.42		

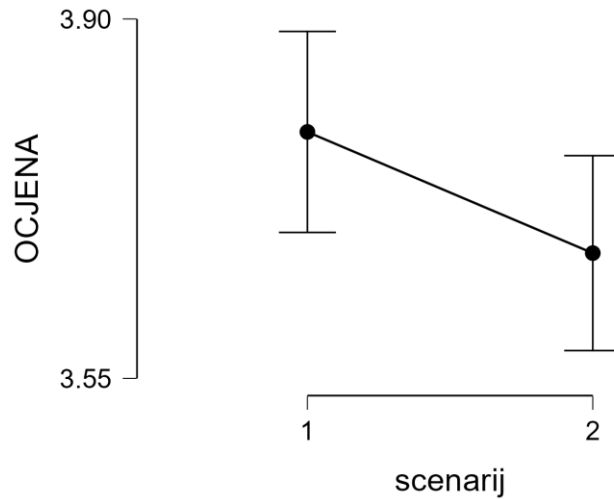
\* $P < 0.05$

Rezultati prikazani u tablici 4 pokazuju kako postoji statistički značajna razlika u preferenciji pojedinih boja ovisno o načinu prikaza. Statistički značajna razlika, odnosno  $p < 0.05$  se pokazala kod boja plavozelena, crvena, bijela i neutral 3.5.

Kako bi se razumljivije prikazalo tko više preferira pojedine boje (sudionici kojima je boja prikazana u uzorku – 1 ili sudionici kojima je prikazana samostalno - 2) kod kojih se pokazala statistički značajna razlika, na temelju distribucije ocjena napravljeni su grafovi prikazani na slikama 55-60 u obliku *Boxplot* grafova i, ukoliko *Boxplot* graf ne nudi jasno vidljivu razliku, grafovi u obliku linijskog grafa s greškama (*error bars*). Na grafovima se na x osi nalaze oznake načina prikaza gdje 1 predstavlja sudionike kojima je boja prikazana u uzorku, a 2 sudionike kojima je boja prikazana samostalno, dok se na y osi nalaze ocjene preferencije boja od 1 do 5.

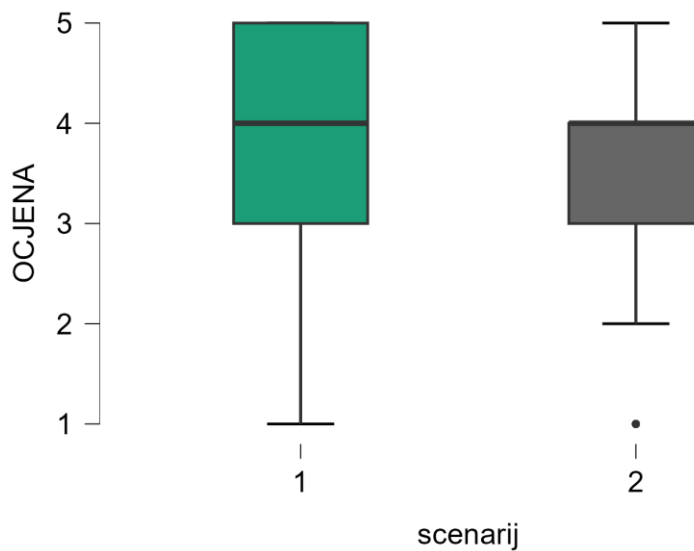


Slika 55. Grafički prikaz preferencije plavo zelene boje ovisno o načinu prikaza u *Boxplot* obliku



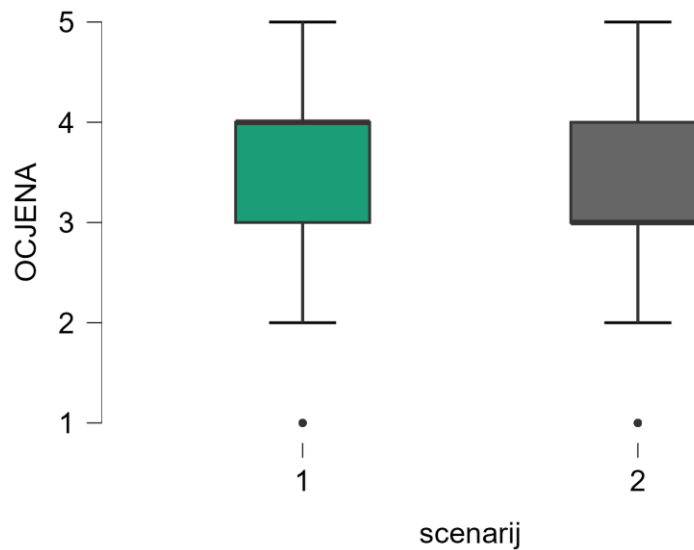
Slika 56. Grafički preferencije plavo zelene boje ovisno o načinu prikaza u obliku linijskog grafa

Iz tablice 4 i slika 55 i 56 na kojima su *Boxplot* grafom i grafom u obliku linijskog grafa prikazane razlike u preferenciji plavo zelene boje može se vidjeti da više preferiraju sudionici kojima je prikazana u uzorku u odnosu na sudionike kojima je prikazana samostalno. Iako im je medijan otprilike na istoj vrijednosti, ostali parametri ukazuju na navedenu razliku.



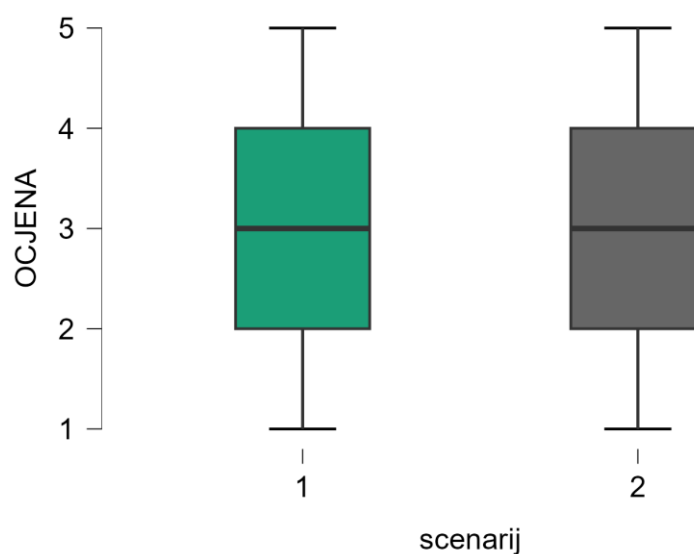
Slika 57. Grafički prikaz preferencije crvene boje ovisno o načinu prikaza u *Boxplot* obliku

Analizom slike 57, na kojoj su prikazane razlike u preferenciji crvene boje putem *Boxplot* grafikona, te podataka iz tablice 4, vidljivo je da sudionici kojima je boja prikazana u uzorku više preferiraju ovu boju u usporedbi sa onima kojima je prikazana samostalno.

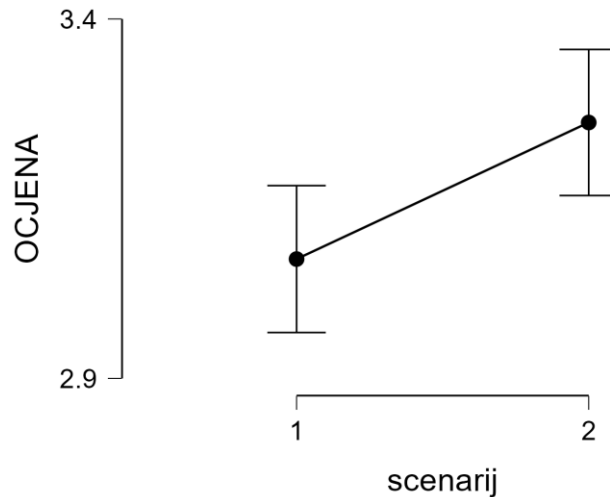


Slika 58. Grafički prikaz preferencije bijele boje ovisno o načinu prikaza u *Boxplot* obliku

Pregledom slike 58, gdje su razlike u preferenciji bijele boje prikazane *Boxplot* grafom, te podataka iz tablice 4, može se primijetiti da sudionici kojima je boja prikazana u uzorku pokazuju veću sklonost prema ovoj boji u odnosu na sudionike kojima je prikazana zasebno.



Slika 59. Grafički prikaz preferencije boje neutral 3.5 ovisno o načinu prikaza u *Boxplot* obliku

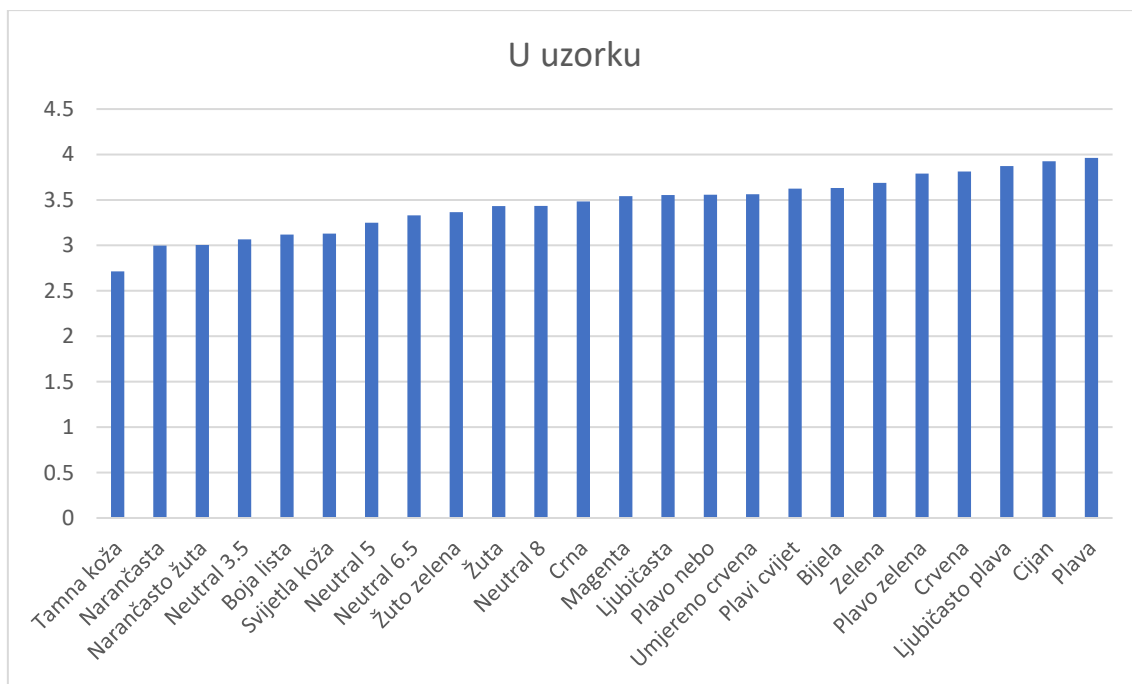


Slika 60. Grafički preferencije boje neutral 3.5 ovisno o načinu prikaza u obliku linijskog grafa

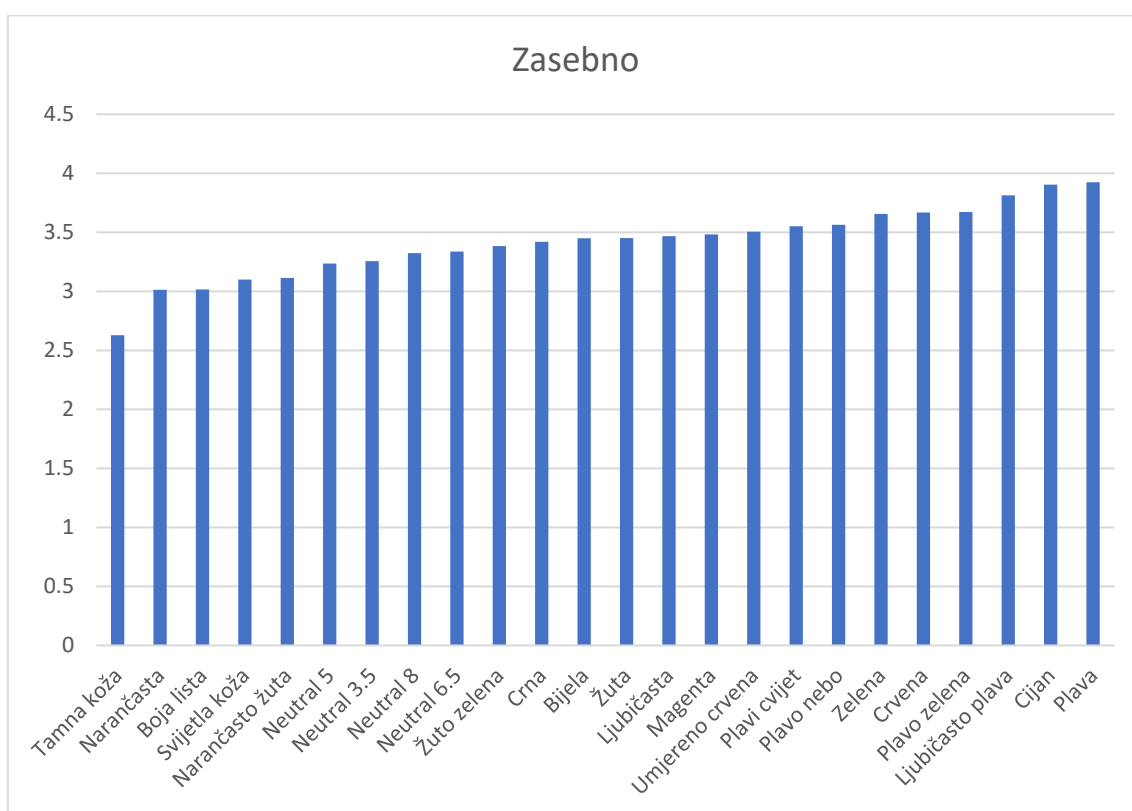
Iz analiza slika 59 i 60, na kojima su razlike u preferenciji boje neutral 3.5 prikazane *Boxplot* i linijskim grafom, te podataka iz tablice 4, može se vidjeti da sudionici kojima je boja prikazana samostalno preferiraju ovu boju više od sudionika kojima je prikazana u uzorku. Iako su medijani otprilike jednaki, drugi parametri ukazuju na navedenu razliku.

Kada se analiziraju svi dostupni podaci iz tablice 4 i prethodno prikazanih grafova može se vidjeti kako sudionici istraživanja kojima je boja prikazana u uzorku kojeg su prethodno sami složili više preferiraju boje plavo zelena, crvena i bijela. Nasuprot tome, sudionici kojima su boje prikazivane zasebno prilikom ocjenjivanja preferencije samo boju neutral 3.5 preferiraju više u odnosu na one kojima su boje prikazivane u uzorku. Kod ostalih testiranih boja nije se pokazala statistički značajna razlika u preferenciji boja.

Također, kao i u prethodnom poglavlju kod spola, napravljeni su grafovi (Slika 61 i 62) Kako bi se vidjele razlike u odnosu kako su boje poredane po ocjenama preferencije koje su sudionici istraživanja dali za svaku boju, a zasebno za sudionike kojima je boja prikazana u uzorku i sudionike kojima je svaka boja prikazana zasebno. Grafovi prikazuju srednje ocjene koje su sudionici dali bojama, a poredane su od najslabije ocijenjene do najbolje ocijenjene boje.



Slika 61. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika kojima su boje prikazane u uzorku od najmanje preferirane do najviše preferirane



Slika 62. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika kojima su boje prikazane zasebno od najmanje preferirane do najviše preferirane



Grafovi pokazuju da postoje sličnosti u preferencijama boja između sudionika kojima su boje prikazane u uzorku i sudionika kojima je svaka boja prikazana zasebno, posebno u neutralnim i visoko preferiranim bojama. Ali postoje i razlike, gdje sudionici kojima su boje prikazane u uzorku preferiraju crvenu boju više nego oni kojima je svaka boja prikazana zasebno. Također, sudionici kojima su boje prikazane svaka zasebno preferiraju ljubičasto plavu više nego oni kojima su prikazane u uzorku.

Objekti skupine sudionika istraživanja pokazuju sličan obrazac preferencija s najmanje preferiranim bojama kao što su tamna koža, narančasta i boja lista, dok su plava i cijan među najviše preferiranim bojama u objekti skupine.

Sudionici istraživanja kojima su boje prikazane u uzorku su generalno davali nešto više ocjene od sudionika istraživanja kojima su boje prikazane zasebno.

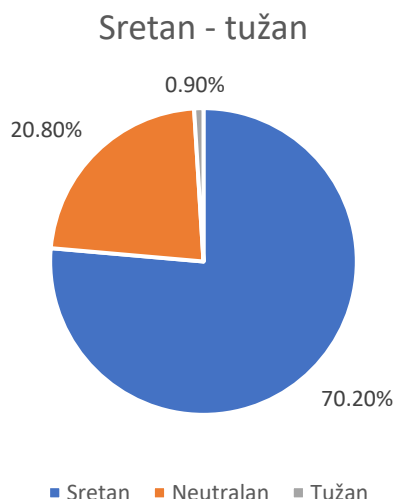
### **4.3 Preferencija boja ovisno o emocionalnom stanju**

#### **4.3.1 Sretan - tužan**

U ovom poglavlju su prikazani rezultati prikupljenih i obrađenih podataka preferencije boja ovisno o samoprocijenjenom trenutnom emocionalnom stanju sudionika istraživanja u kategoriji sretan - tužan.

Od ukupno 1 000 sudionika istraživanja, njih 702 se izjasnilo kako se u trenutku ispunjavanja upitnika osjećaju sretnima, njih 208 kako se ne osjećaju niti sretnima niti tužnima, odnosno osjećaju se neutralno, dok se njih 90 izjasnilo kako se osjećaju tužnima.

Radi jednostavnosti obrade i analiziranja podataka u daljnjem dijelu poglavlja oznaka 1 se odnosi na sudionike koji su procijenili da su sredni, oznaka 2 na sudionike koji se ne osjećaju niti sretnima niti tužnima (neutralni) i oznaka 3 na sudionike koji se osjećaju tužnima.



Slika 63. Grafički prikaz raspodjele sudionika po samoprocijenjenom trenutnom emocionalnom stanju u kategoriji sretan - tužan

Za potrebe analize normalnosti distribucije podataka proveden je Shapiro-Wilk test, te je kao referenta vrijednost odabrana  $p < 0.05$ . Kod svih testiranih podataka test je pokazao vrijednosti  $p < .001$  što ukazuje da podaci odstupaju od normalne distribucije (Tablica 5).

Tablica 5. Shapiro-Wilk test normalnosti podataka preferencije boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja sretan - tužan

BOJA	Sretan – neutralan - tužan	Deskriptivna statistika		
		Srednji rang	Shapiro-Wilk	<i>p</i>
TAMNA KOŽA	1	2.693	0.906	< .001
	2	2.688	0.91	< .001
	3	2.456	0.894	< .001
SVIJETLA KOŽA	1	3.14	0.915	< .001
	2	3.115	0.911	< .001
	3	2.922	0.912	< .001
PLAVO NEBO	1	3.618	0.88	< .001
	2	3.438	0.896	< .001
	3	3.4	0.886	< .001
BOJA LISTA	1	3.108	0.913	< .001
	2	3.024	0.912	< .001
	3	2.844	0.905	< .001
PLAVI CVIJET	1	3.605	0.888	< .001

	2	3.591	0.893	< .001
	3	3.444	0.903	< .001
PLAVO ZELENA	1	3.774	0.864	< .001
	2	3.726	0.875	< .001
	3	3.411	0.904	< .001
NARANČASTA	1	3.064	0.915	< .001
	2	2.889	0.912	< .001
	3	2.822	0.91	< .001
LJUBIČASTO PLAVA	1	3.892	0.851	< .001
	2	3.793	0.863	< .001
	3	3.578	0.888	< .001
UMJERENO CRVENA	1	3.56	0.89	< .001
	2	3.567	0.894	< .001
	3	3.256	0.896	< .001
LJUBIČASTA	1	3.496	0.894	< .001
	2	3.601	0.888	< .001
	3	3.422	0.897	< .001
ŽUTO ZELENA	1	3.397	0.899	< .001
	2	3.394	0.895	< .001
	3	3.156	0.91	< .001
NARANČASTO ŽUTA	1	3.1	0.909	< .001
	2	3.029	0.906	< .001
	3	2.811	0.915	< .001
PLAVA	1	4.014	0.819	< .001
	2	3.899	0.846	< .001
	3	3.489	0.889	< .001
ZELENA	1	3.728	0.867	< .001
	2	3.572	0.884	< .001
	3	3.467	0.881	< .001
CRVENA	1	3.756	0.864	< .001
	2	3.784	0.87	< .001
	3	3.511	0.875	< .001
ŽUTA	1	3.506	0.888	< .001
	2	3.37	0.901	< .001
	3	3.111	0.903	< .001
MAGENTA	1	3.571	0.882	< .001
	2	3.517	0.885	< .001
	3	3.033	0.894	< .001
CIJAN	1	3.944	0.836	< .001
	2	3.837	0.855	< .001
	3	3.867	0.85	< .001
BIJELA	1	3.606	0.891	< .001
	2	3.423	0.905	< .001
	3	3.3	0.909	< .001

NEUTRAL 8	1	3.423	0.902	< .001
	2	3.269	0.901	< .001
	3	3.289	0.907	< .001
NEUTRAL 6.5	1	3.333	0.905	< .001
	2	3.332	0.905	< .001
	3	3.344	0.906	< .001
NEUTRAL 5	1	3.242	0.911	< .001
	2	3.284	0.899	< .001
	3	3.156	0.909	< .001
NEUTRAL 3.5	1	3.178	0.913	< .001
	2	3.125	0.91	< .001
	3	3.111	0.912	< .001
CRNA	1	3.473	0.88	< .001
	2	3.389	0.886	< .001
	3	3.433	0.867	< .001

Iz prikazanih rezultata i dobivenim vrijednostima  $p > .001$  se zaključuje kako je daljnju analizu podataka potrebno provoditi neparametrijskim statističkim metodama. Obzirom da se uspoređuju podaci temeljem tri skupine nezavisnih varijabli (sretan - 1, neutralan - 2 i tužan - 3), korišten je neparametrijski test Kruskal-Wallis te su dobiveni rezultati analize prikazani u tablici 6.

Tablica 6. Značajnost razlike u preferenciji boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja Sretan - tužan

BOJA	Sretan – neutralan - tužan	Kruskal-Wallis Test		
		Srednja vrijednost	S	<i>p</i>
TAMNA KOŽA	1	2.693	3.282	0.194
	2	2.688		
	3	2.456		
SVIJETLA KOŽA	1	3.14	3.011	0.222
	2	3.115		
	3	2.922		
PLAVO NEBO	1	3.618	8.251	<b>0.016*</b>
	2	3.438		
	3	3.4		
BOJA LISTA	1	3.108	4.228	0.121
	2	3.024		

	3	2.844		
PLAVI CVIJET	1	3.605		
	2	3.591	1.707	0.426
	3	3.444		
PLAVO ZELENA	1	3.774		
	2	3.726	8.593	<b>0.014*</b>
	3	3.411		
NARANČASTA	1	3.064		
	2	2.889	6.067	<b>0.048*</b>
	3	2.822		
LJUBIČASTO PLAVA	1	3.892		
	2	3.793	9.167	<b>0.01*</b>
	3	3.578		
UMJERENO CRVENA	1	3.56		
	2	3.567	5.64	<b>0.06*</b>
	3	3.256		
LJUBIČASTA	1	3.496		
	2	3.601	1.841	0.398
	3	3.422		
ŽUTOZELENA	1	3.397		
	2	3.394	3.193	0.203
	3	3.156		
NARANČASTO ŽUTA	1	3.1		
	2	3.029	5.644	0.059
	3	2.811		
PLAVA	1	4.014		
	2	3.899	16.805	<b>&lt; .001**</b>
	3	3.489		
ZELENA	1	3.728		
	2	3.572	7.108	<b>0.029*</b>
	3	3.467		
CRVENA	1	3.756		
	2	3.784	3.668	0.16
	3	3.511		
ŽUTA	1	3.506		
	2	3.37	10.927	<b>0.004*</b>
	3	3.111		
MAGENTA	1	3.571		
	2	3.517	12.559	<b>0.002*</b>
	3	3.033		
CIJAN	1	3.944		
	2	3.837	2.484	0.289
	3	3.867		
BIJELA	1	3.606	9.298	<b>0.01*</b>

	2	3.423		
	3	3.3		
NEUTRAL 8	1	3.423	4.314	0.116
	2	3.269		
	3	3.289		
NEUTRAL 6.5	1	3.333	0.032	0.984
	2	3.332		
	3	3.344		
NEUTRAL 5	1	3.242	1.049	0.592
	2	3.284		
	3	3.156		
NEUTRAL 3.5	1	3.178	0.356	0.837
	2	3.125		
	3	3.111		
CRNA	1	3.473	0.627	0.731
	2	3.389		
	3	3.433		

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < .001$

Iz rezultata prikazanih u tablici 6 može se vidjeti kako postoje statistički značajne razlike kod boja plavo nebo, plavo zelena, narančasta, ljubičasto plava, plava, zelena, žuta, magenta i bijela. Kako bi se provjerilo među kojim kategorijama (sretan-neutralan, neutralan-tužan, sretan-tužan) postoji statistički značajna razlika proveden je Dunn Post-Hoc test analize značajnosti razlike u preferencijama boja sa uključenom bonferoni korekcijom (Tablica 7).

Tablica 7. Dunn Post-Hoc test analize značajnosti razlike u preferenciji boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja Sretan – neutralan - tužan

BOJA	Dunn's Post Hoc Comparisons			
		<i>z</i>	<i>p</i>	<i>p<sub>bonf</sub></i>
TAMNA KOŽA	1-2	0.126	0.9	1
	1-3	1.804	0.071	0.214
	2-3	1.522	0.128	0.384
SVIJETLA KOŽA	1-2	0.25	0.803	1
	1-3	1.735	0.083	0.248
	2-3	1.384	0.166	0.499
PLAVO NEBO	1-2	2.496	<b>0.013*</b>	<b>0.038*</b>
	1-3	1.805	0.071	0.213
	2-3	0.04	0.968	1

BOJA LISTA	1-2	1.02	0.308	0.923
	1-3	1.926	0.054	0.162
	2-3	1.071	0.284	0.852
PLAVI CVIJET	1-2	0.286	0.775	1
	1-3	1.304	0.192	0.576
	2-3	0.978	0.328	0.984
PLAVO ZELENA	1-2	0.689	0.491	1
	1-3	2.923	<b>0.003*</b>	<b>0.01*</b>
	2-3	2.163	<b>0.031*</b>	0.092
NARANČASTA	1-2	1.936	0.053	0.159
	1-3	1.815	0.069	0.208
	2-3	0.4	0.689	1
LJUBIČASTO PLAVA	1-2	1.839	0.066	0.198
	1-3	2.67	<b>0.008*</b>	<b>0.023*</b>
	2-3	1.219	0.223	0.669
UMJERENO CRVENA	1-2	0.064	0.949	1
	1-3	2.353	<b>0.019*</b>	0.056
	2-3	2.048	<b>0.041*</b>	0.122
LJUBIČASTA	1-2	-1.073	0.283	0.85
	1-3	0.647	0.518	1
	2-3	1.245	0.213	0.639
ŽUTOZELENA	1-2	-0.04	0.968	1
	1-3	1.756	0.079	0.237
	2-3	1.584	0.113	0.34
NARANČASTO ŽUTA	1-2	0.806	0.42	1
	1-3	2.336	<b>0.02*</b>	0.059
	2-3	1.568	0.117	0.35
PLAVA	1-2	1.628	0.104	0.311
	1-3	3.975	<b>&lt; .001*</b>	<b>&lt; .001**</b>
	2-3	2.509	<b>0.012*</b>	<b>0.036*</b>
ZELENA	1-2	2.135	<b>0.033*</b>	0.098
	1-3	1.919	0.055	0.165
	2-3	0.367	0.714	1
CRVENA	1-2	-0.061	0.952	1
	1-3	1.879	0.06	0.181
	2-3	1.706	0.088	0.264
ŽUTA	1-2	1.8	0.072	0.216
	1-3	3.027	<b>0.002*</b>	<b>0.007*</b>
	2-3	1.56	0.119	0.356
MAGENTA	1-2	0.619	0.536	1
	1-3	3.544	<b>&lt; .001**</b>	<b>0.001*</b>
	2-3	2.754	<b>0.006*</b>	<b>0.018*</b>
CIJAN	1-2	1.556	0.12	0.359
	1-3	0.498	0.618	1

	2-3	-0.531	0.595	1
BIJELA	1-2	2.221	<b>0.026*</b>	0.079
	1-3	2.421	<b>0.015*</b>	<b>0.046*</b>
	2-3	0.759	0.448	1
NEUTRAL 8	1-2	1.868	0.062	0.185
	1-3	1.198	0.231	0.693
	2-3	-0.106	0.916	1
NEUTRAL 6.5	1-2	0.17	0.865	1
	1-3	-0.029	0.977	1
	2-3	-0.132	0.895	1
NEUTRAL 5	1-2	-0.655	0.513	1
	1-3	0.672	0.502	1
	2-3	1.006	0.315	0.944
NEUTRAL 3.5	1-2	0.423	0.672	1
	1-3	0.484	0.629	1
	2-3	0.164	0.869	1
CRNA	1-2	0.792	0.428	1
	1-3	0.124	0.901	1
	2-3	-0.386	0.7	1

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < .001$

Rezultati prikazani u tablici 7 pokazuju kako postoji statistički značajna razlika ( $p_{bonf} < 0.05$ ) među određenim skupinama emocionalnog stanja kod boja plavo nebo, plavo zelena, ljubičasto plava, plava, žuta, magenta, i bijela.

Iz rezultata prikazanih u tablicama 6 i 7 može se vidjeti kako boju plavo nebo preferiraju ljudi koji su sretni u odnosu na one koji se osjećaju neutralno ili tužno, a razlika u preferenciji je posebno naglašena u odnosu na ljude koji se osjećaju neutralno ( $p_{bonf} = 0.038$ ).

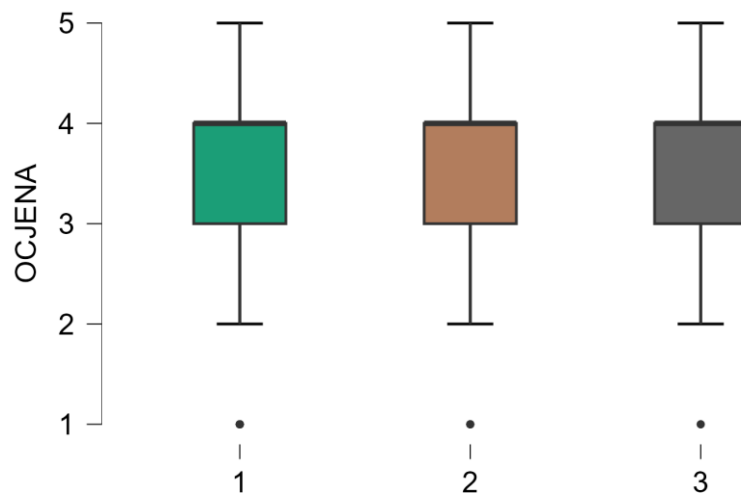
Boje plavo zelena i ljubičasto plava, žuta i bijela više preferiraju ljudi koji se osjećaju sretnima i neutralno u odnosu na one koji se osjećaju tužno, no razlika je posebno istaknuta između onih koji se osjećaju sretno u odnosu na one koji se osjećaju tužno (plavo zelena  $p_{bonf} = 0.01$ , ljubičasto plava  $p_{bonf} = 0.023$ , žuta  $p_{bonf} = 0.007$  i bijela  $p_{bonf} = 0.046$ ).

Boje plava i magenta također više preferiraju ljudi koji se osjećaju sretno i neutralno u odnosu na one koji su izjavili da se osjećaju tužno. Međutim, kod ove dvije boje u odnosu na prethodno opisane, postoji statistički značajna razlika između sretnih i tužnih (plava  $p_{bonf} < .001$  i magenta  $p_{bonf} = 0.001$ ) kao i neutralnih i tužnih (plava  $p_{bonf} = 0.036$  i magenta  $p_{bonf} = 0.018$ ).

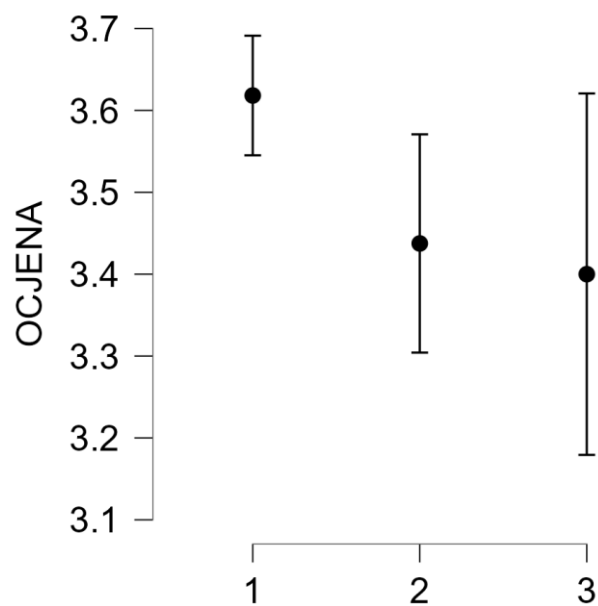


Radi boljeg razumijevanja tko više preferira pojedine boje (Sretni – 1, Neutralni – 2 ili Tužni - 3) kod kojih se pokazala statistički značajna razlika, na temelju distribucije ocjena napravljeni su grafovi prikazani na slikama 64-77 u obliku *Boxplot* grafova i grafova u obliku linijskog grafa s greškama (error bars).

Na grafovima se na x osi nalaze oznake načina samoprocijenjenog emocionalnog stanja u kategoriji sretan -tužan gdje 1 predstavlja sudionike koji su procijenili kako se osjećaju sretno, 2 sudionike koji su procijenili kako se osjećaju neutralno i 3 sudionike koji se osjećaju tužno u trenutku popunjavanja upitnika, dok se na y osi nalaze ocjene preferencije boja od 1 do 5.

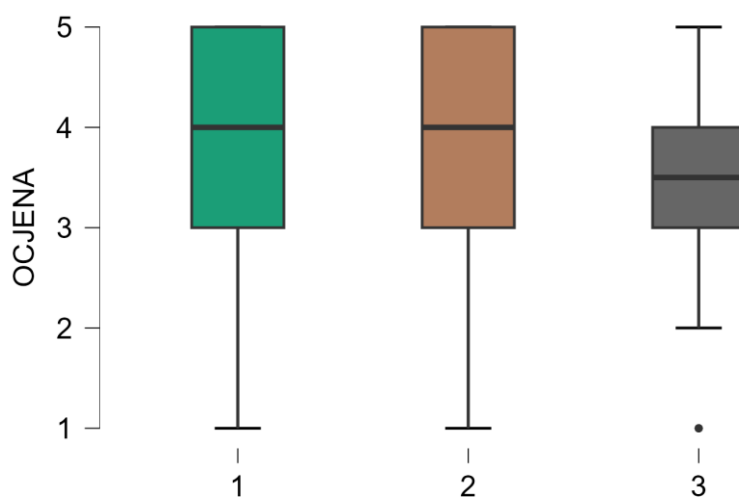


Slika 64. Grafički prikaz preferencije boje plavo nebo ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u Boxplot obliku

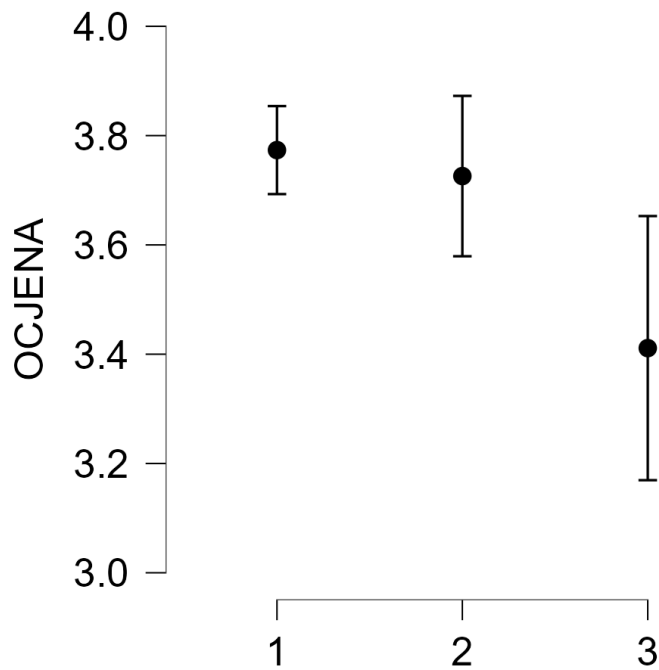


Slika 65. Grafički prikaz preferencije boje plavo nebo ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa

Iz tablice 7 i slika 64 i 65 na kojima su *Boxplot* grafom i grafom u obliku linijskog grafa prikazane razlike u preferenciji boje plavo nebo može se vidjeti da ju više preferiraju sudionici koji su se izjasnili kako se osjećaju sretno, dok je statistička analiza pokazala kako statistički značajna razlika ( $p_{bonf} = 0.038$ ) postoji u preferenciji boja između sudionika istraživanja koji su se izjasnili kako se u trenutku ispunjavanja upitnika osjećaju sretni u odnosu na one koji se osjećaju niti sretno niti tužno i to da ju više preferiraju sretni sudionici istraživanja

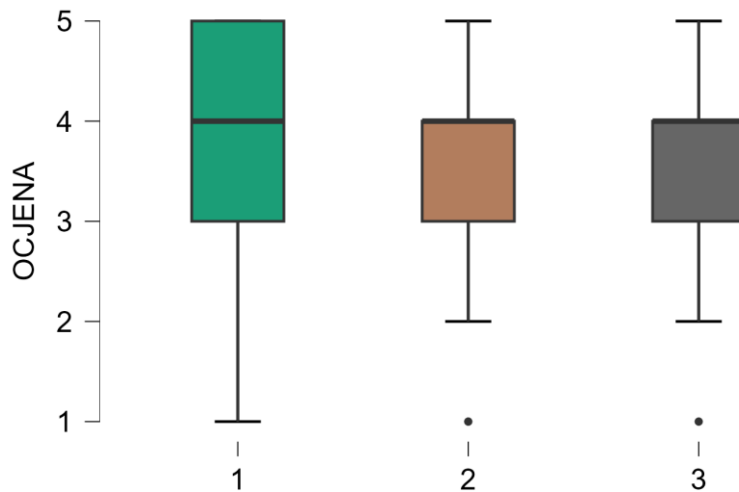


Slika 66. Grafički prikaz preferencije plavo zelene boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u *Boxplot* obliku

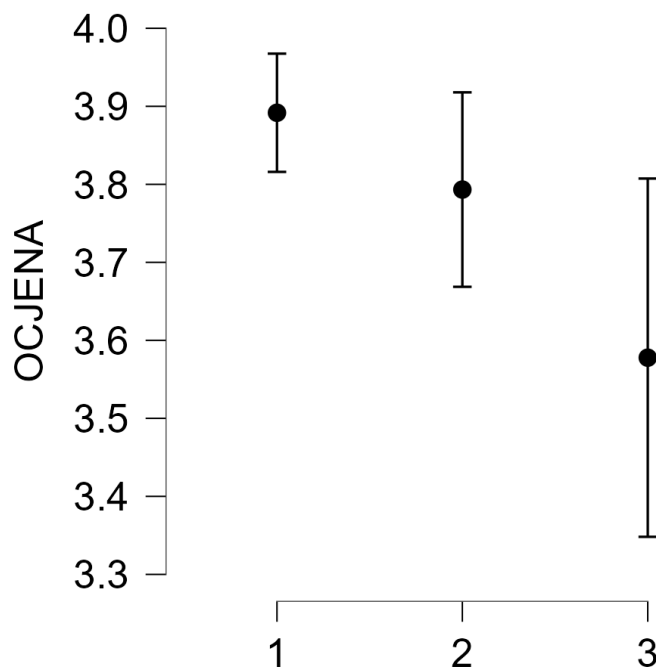


Slika 67. Grafički prikaz preferencije plavo zelene boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa

Na temelju podataka iz tablice 7 i slika 66 i 67, koje prikazuju preferencije plavo zelene boje putem *Boxplot* i linijskog grafa, vidljivo je da sretni i oni sudionici koji se osjećaju neutralno preferiraju ovu boju više od onih koji se osjećaju tužno. Statistička analiza je pokazala značajnu razliku ( $p_{bonf} = 0.01$ ) između sudionika koji su sretni i onih koji su se osjećali tužno prilikom popunjavanja upitnika, pri čemu sretni sudionici pokazuju veću sklonost prema plavo zelenoj boji.

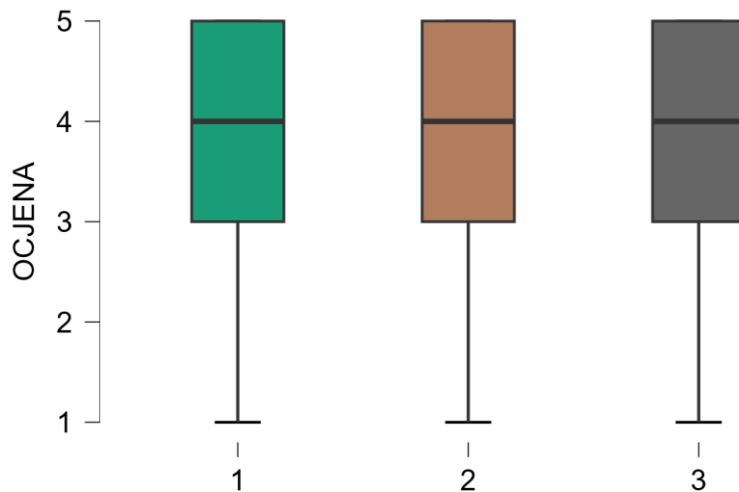


Slika 68. Grafički prikaz preferencije ljubičasto plave boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u *Boxplot* obliku

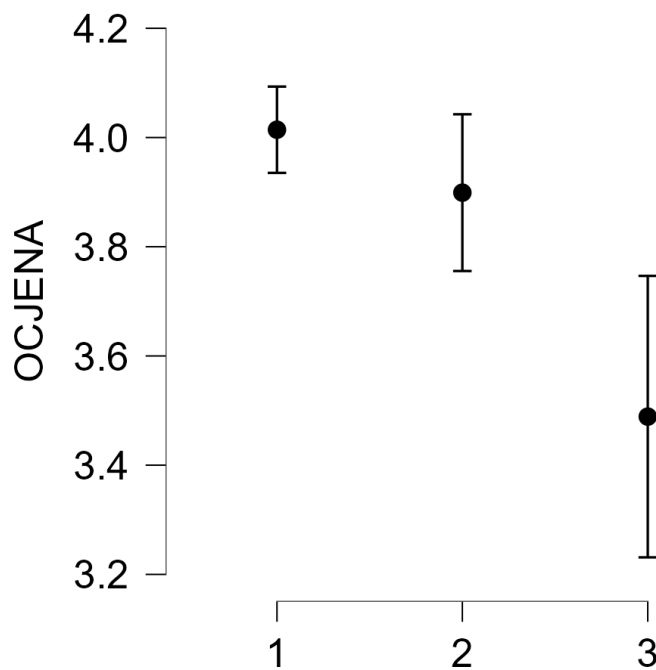


Slika 69. Grafički prikaz preferencije ljubičasto plave boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa

Analizirajući podatke u tablici 7 i slika 68 i 69, koje prikazuju preferencije ljubičasto plave boje kroz *Boxplot* i linijski graf, jasno je da sudionici koji se osjećaju sretno preferiraju ovu boju više. Statistička analiza pokazala je značajnu razliku ( $p_{bonf} = 0.023$ ) u preferencijama između onih koji su se izjasnili kako se osjećaju sretno i onih koji su tužni.



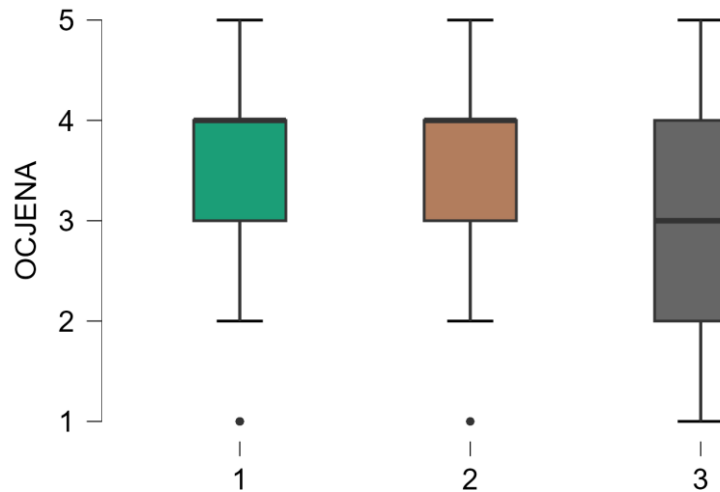
Slika 70. Grafički prikaz preferencije plave boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u *Boxplot* obliku



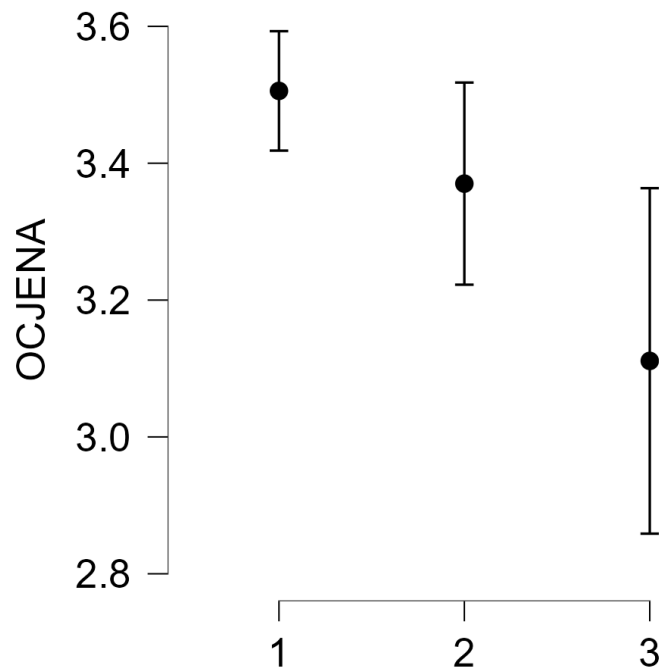
Slika 71. Grafički prikaz preferencije plave boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa

Pregledom podataka u tablici 7 i slika 70 i 71, gdje su razlike u preferenciji plave boje prikazane *Boxplot* i linijskim grafikonima, uočava se da sudionici koji se osjećaju sretno imaju veću preferenciju prema ovoj boji. Statistička analiza je otkrila statistički značajnu razliku ( $p_{bonf} < .001$ ) u preferencijama boja između onih koji se osjećaju sretno i onih koji se osjećaju tužno,

s tim da sretni sudionici preferiraju plavu boju više. Također, podaci ukazuju kako postoji statistički značajna razlika ( $p_{bonf}=0.036$ ) između sudionika koji su se izjasnili kako se osjećaju neutralno u odnosu na one koji su se izjasnili kako se osjećaju tužno.

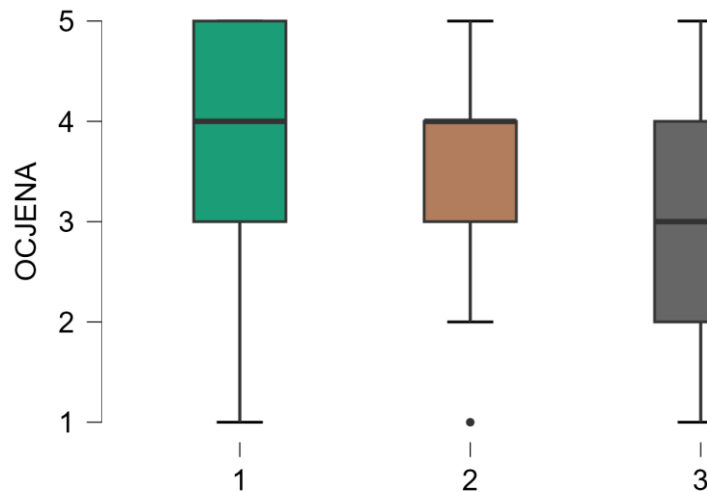


Slika 72. Grafički prikaz preferencije žute boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u *Boxplot* obliku

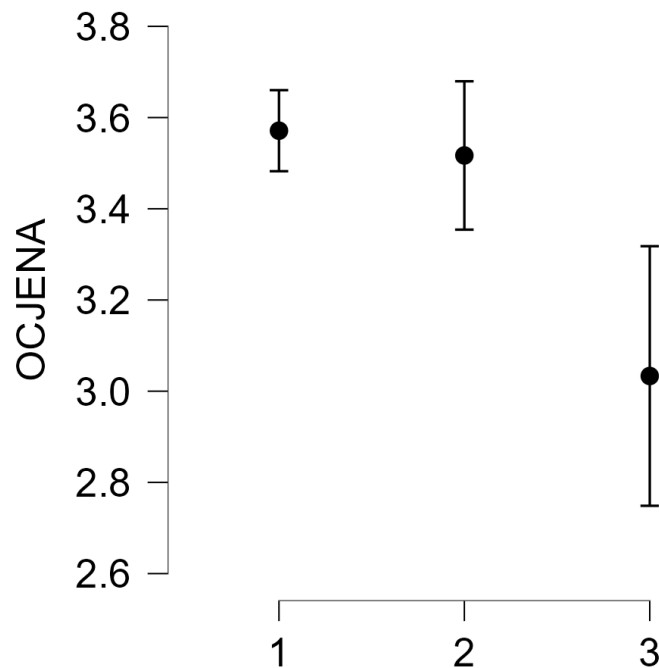


Slika 73. Grafički prikaz preferencije žute boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa

Analizirajući podatke u tablici 7 i slike 72 i 73, koje prikazuju preferencije žute boje kroz *Boxplot* i linijski graf, jasno se može zaključiti da sudionici koji se osjećaju sretno preferiraju ovu boju više. Statistička analiza pokazala je značajnu razliku ( $p_{bonf} = 0.007$ ) u preferencijama između onih koji su se u trenutku popunjavanja upitnika izjasnili kako se osjećaju sretni i onih koji su se izjasnili kako se osjećaju tužnima.

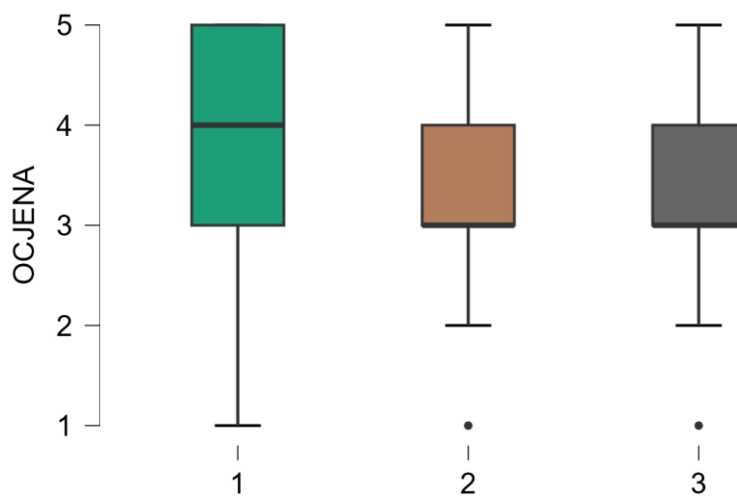


Slika 74. Grafički prikaz preferencije magenta boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretn – neutralan - tužan u *Boxplot* obliku



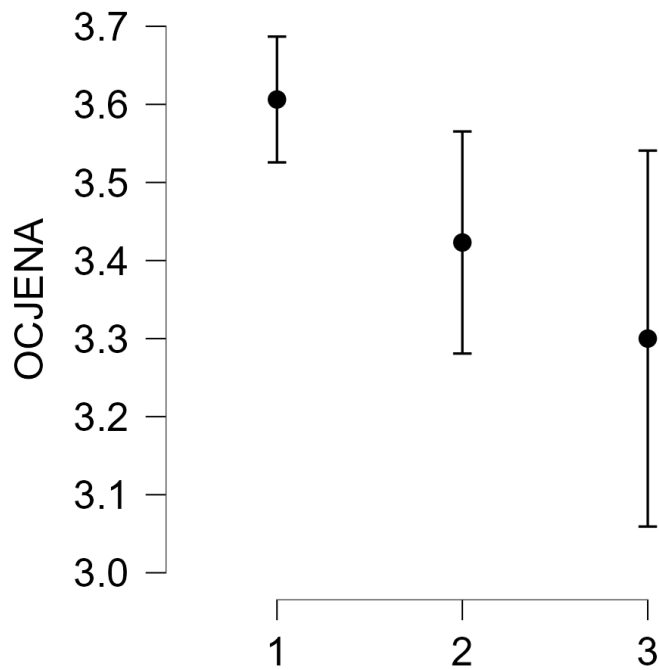
Slika 75. Grafički prikaz preferencije magenta boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretn – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa

Pregledom podataka u tablici 7 i slika 74 i 75 na kojima su *Boxplot* grafom i grafom u obliku linijskog grafa prikazane razlike u preferenciji magenta boje može se vidjeti da ju više preferiraju sudionici koji su se izjasnili kako se osjećaju sretno i neutralno u odnosu na one koji su se izjasnili kako se osjećaju tužno u trenutku popunjavanja upitnika. Statistička analiza pokazuje kako postoji statistički značajna razlika u preferenciji boje između onih koji su se izjasnili da su u trenutku popunjavanja sretni u odnosu na one koji su se izjasnili da su tužni ( $p_{bonf}=0.001$ ), kao i onih koji su izjasnili da se osjećaju neutralno u odnosu na one koji su se izjasnili kako se osjećaju tužno u trenutku ispunjavanja upitnika ( $p_{bonf}=0.018$ ).



Slika 76. Grafički prikaz preferencije bijele boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u *Boxplot* obliku

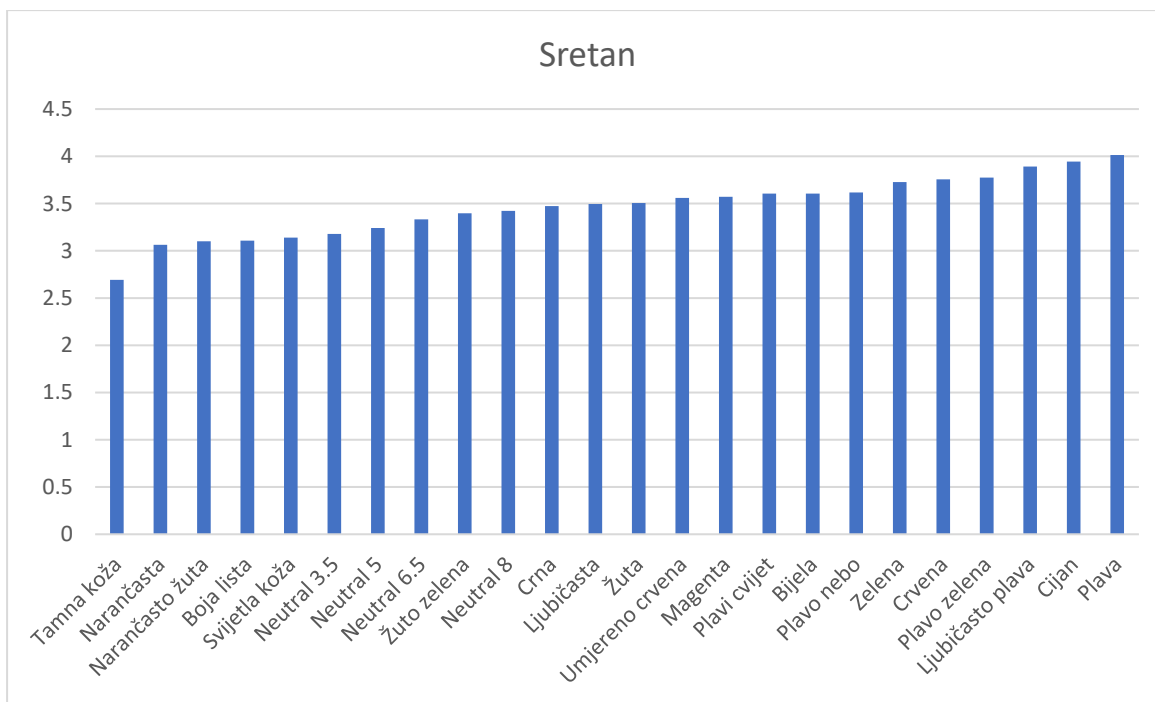




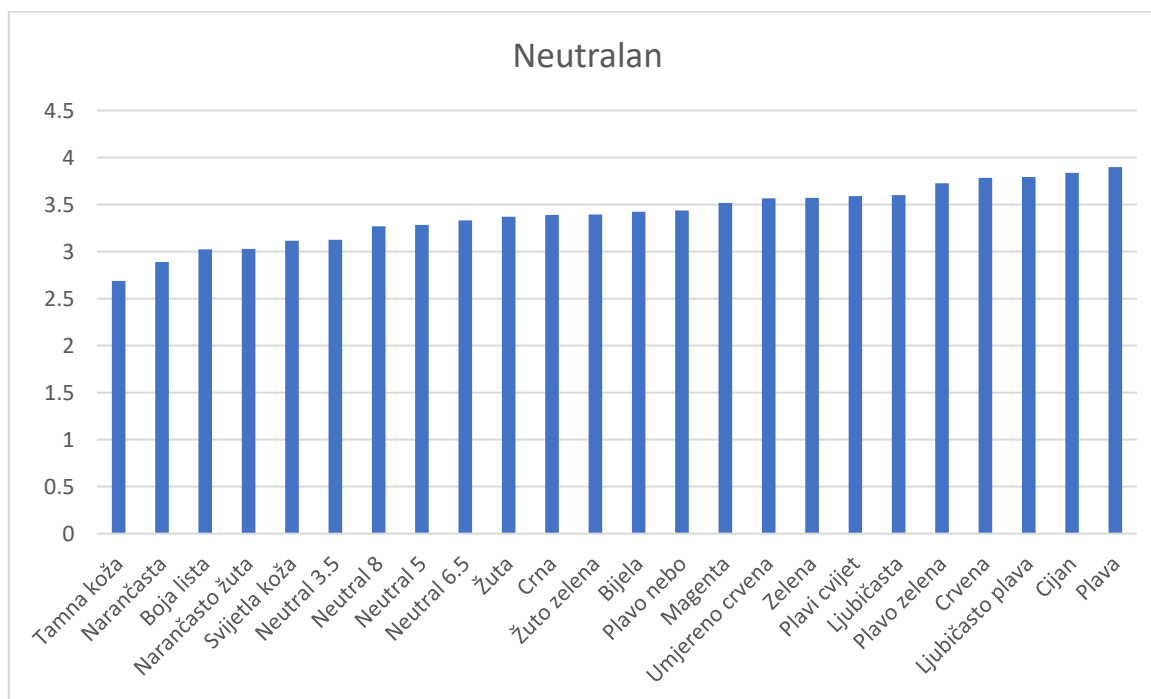
Slika 77. Grafički prikaz preferencije bijele boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa

Na temelju podataka prikazanih u tablici 7 i slika 76 i 77, koje prikazuju preferencije bijele boje putem *Boxplot* i linijskog grafa, vidljivo je da sretni sudionici preferiraju ovu boju više. Statistička analiza je pokazala značajnu razliku ( $p_{bonf} = 0.046$ ) između sudionika koji su se izjasnili kako se osjećaju sretnima i onih koji su se izjasnili da se osjećaju tužno.

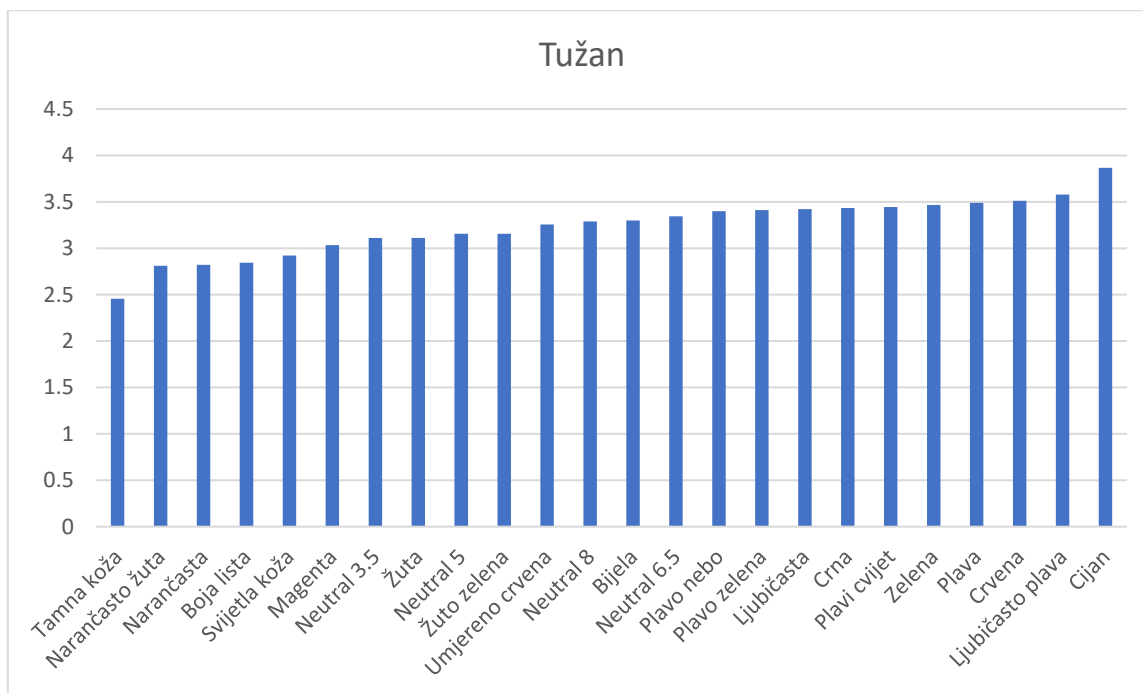
Kao i u prethodnim poglavljima o spolu i načinu prikaza boje, izrađeni su grafovi (Slike 78-80) kako bi se uočile razlike u poretku boja prema ocjenama preferencija koje su sudionici dali za svaku boju. Analiza je provedena zasebno za sudionike koji su u trenutku ispunjavanja upitnika procijenili da se osjećaju sretno, neutralno (ni sretno ni tužno), ili tužno. Grafovi prikazuju prosječne ocjene koje su sudionici dali za svaku boju, poredane od najslabije ocijenjene do najbolje ocijenjene boje.



Slika 78. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju sretno od najmanje preferirane do najviše preferirane



Slika 79. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju niti sretno niti tužno (neutralno) od najmanje preferirane do najviše preferirane



Slika 80. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju tužno od najmanje preferirane do najviše preferirane

Grafovi pokazuju da iako postoje sličnosti u preferencijama boja između različitih emocionalnih stanja u kategorijama sretan, neutralan ili tužan, posebno u neutralnim i visoko preferiranim bojama. Međutim, postoje i razlike, gdje sudionici koji su se izjasnili kako se osjećaju tužni preferiraju recimo crvenu boju više nego sretni.

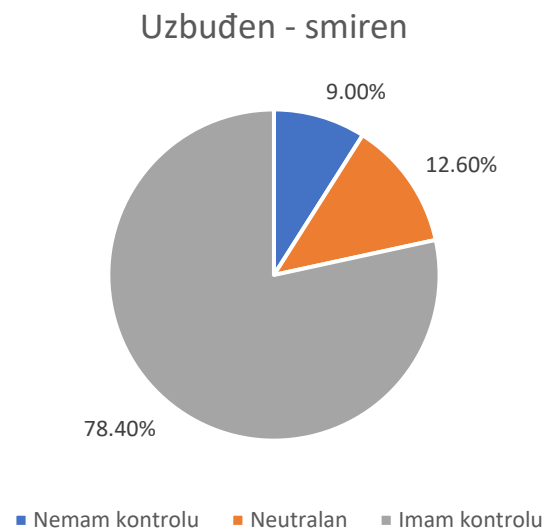
Kao i u prethodnim poglavljima, sve tri emocionalne skupine, neutralna, sretna i tužna, pokazuju sličan obrazac preferencija s najmanje preferiranim bojama kao što su tamna koža, narančasta i boja lista, dok su plava i cijan također među najviše preferiranim bojama u sve tri skupine.

### 4.3.2 Uzbuđen - smiren

U ovom poglavlju su prikazani rezultati prikupljenih i obrađenih podataka preferencije boja ovisno o samoprocijenjenom trenutnom emocionalnom stanju sudionika istraživanja u kategoriji uzbuđen - smiren.

Od ukupno 1 000 sudionika istraživanja, njih 188 se izjasnilo kako se u trenutku ispunjavanja upitnika nalaze u emocionalnom stanju uzbuđenosti, njih 234 kako se nalaze u neutralnom emocionalnom stanju, dok se njih 578 izjasnilo kako se nalazi u emocionalnom stanju smirenosti.

Radi jednostavnosti obrade i analiziranja podataka u daljnjem dijelu poglavlja oznaka 1 se odnosi na sudionike koji su procijenili da su sredni, oznaka 2 na sudionike koji se ne osjećaju niti sretnima niti tužnima (neutralni) i oznaka 3 na sudionike koji se osjećaju tužnima.



Slika 81. Grafički prikaz raspodjele sudionika po samoprocijenjenom trenutnom emocionalnom stanju u kategoriji uzbuđen - smiren

Za potrebe analize normalnosti distribucije podataka proveden je Shapiro-Wilk test, te je kao referenta vrijednost odabrana  $p < 0.05$ . Kod svih testiranih podataka test je pokazao vrijednosti  $p < .001$  što ukazuje da podaci odstupaju od normalne distribucije (tablica 8).

Tablica 8. Shapiro - Wilk test normalnosti podataka preferencije boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja uzbuđen - smiren

BOJA	Uzbuđen - neutralan - smiren	Deskriptivna statistika		
		Srednji rang	Shapiro-Wilk	<i>P</i>
TAMNA KOŽA	1	2.683	0.901	< .001
	2	2.684	0.902	< .001
	3	2.661	0.907	< .001
SVIJETLA KOŽA	1	3.101	0.911	< .001
	2	3.115	0.916	< .001
	3	3.119	0.914	< .001
PLAVO NEBO	1	3.473	0.898	< .001
	2	3.543	0.873	< .001
	3	3.597	0.883	< .001
BOJA LISTA	1	2.968	0.902	< .001
	2	3.115	0.916	< .001
	3	3.08	0.914	< .001
PLAVI CVIJET	1	3.548	0.892	< .001
	2	3.56	0.893	< .001
	3	3.612	0.885	< .001
PLAVO ZELENA	1	3.505	0.892	< .001
	2	3.769	0.877	< .001
	3	3.789	0.859	< .001
NARANČASTA	1	2.995	0.917	< .001
	2	3.03	0.914	< .001
	3	3	0.91	< .001
LJUBIČASTO PLAVA	1	3.872	0.851	< .001
	2	3.765	0.865	< .001
	3	3.865	0.854	< .001
UMJERENO CRVENA	1	3.436	0.891	< .001
	2	3.547	0.892	< .001
	3	3.561	0.892	< .001
LJUBIČASTA	1	3.468	0.889	< .001
	2	3.56	0.893	< .001
	3	3.505	0.894	< .001
ŽUTO ZELENA	1	3.303	0.899	< .001
	2	3.372	0.904	< .001
	3	3.4	0.897	< .001
NARANČASTO ŽUTA	1	3.027	0.894	< .001
	2	3.141	0.914	< .001
	3	3.036	0.902	< .001
PLAVA	1	3.941	0.836	< .001
	2	3.893	0.848	< .001

	3	3.964	0.824	< .001
ZELENA	1	3.676	0.873	< .001
	2	3.667	0.866	< .001
	3	3.673	0.876	< .001
CRVENA	1	3.75	0.846	< .001
	2	3.769	0.871	< .001
	3	3.725	0.87	< .001
ŽUTA	1	3.378	0.896	< .001
	2	3.487	0.9	< .001
	3	3.445	0.891	< .001
MAGENTA	1	3.415	0.884	< .001
	2	3.554	0.882	< .001
	3	3.526	0.886	< .001
CIJAN	1	3.835	0.846	< .001
	2	3.91	0.847	< .001
	3	3.943	0.839	< .001
BIJELA	1	3.54	0.895	< .001
	2	3.504	0.899	< .001
	3	3.555	0.896	< .001
NEUTRAL 8	1	3.351	0.909	< .001
	2	3.389	0.902	< .001
	3	3.384	0.901	< .001
NEUTRAL 6.5	1	3.277	0.91	< .001
	2	3.269	0.905	< .001
	3	3.379	0.903	< .001
NEUTRAL 5	1	3.245	0.911	< .001
	2	3.269	0.906	< .001
	3	3.232	0.911	< .001
NEUTRAL 3.5	1	3.144	0.907	< .001
	2	3.209	0.914	< .001
	3	3.147	0.913	< .001
CRNA	1	3.41	0.879	< .001
	2	3.444	0.888	< .001
	3	3.469	0.877	< .001

Iz dobivenih rezultata i vrijednostima  $p > .001$  se zaključuje kako je daljnju analizu podataka, kao i u prethodnom slučaju, potrebno provesti analize neparametrijskim statističkim metodama. Obzirom da se uspoređuju podaci temeljem tri skupine nezavisnih varijabli (uzbuđen, neutralan i smiren), korišten je neparametrijski test Kruskal-Wallis te su dobiveni rezultati analize prikazani u tablici 9.

Tablica 9. Značajnost razlike u preferenciji boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja uzbuđen – neutralan - smiren

BOJA	Uzbuđen - neutralan - smiren	Kruskal-Wallis Test		
		Srednji rang	S	<i>p</i>
TAMNA KOŽA	1	2.683	0.272	0.873
	2	2.684		
	3	2.661		
SVIJETLA KOŽA	1	3.101	0.005	0.998
	2	3.115		
	3	3.119		
PLAVO NEBO	1	3.473	2.772	0.25
	2	3.543		
	3	3.597		
BOJA LISTA	1	2.968	1.302	0.522
	2	3.115		
	3	3.08		
PLAVI CVIJET	1	3.548	1.177	0.555
	2	3.56		
	3	3.612		
PLAVO ZELENA	1	3.505	9.093	<b>0.011*</b>
	2	3.769		
	3	3.789		
NARANČASTA	1	2.995	0.073	0.964
	2	3.03		
	3	3		
LJUBIČASTO PLAVA	1	3.872	4.615	0.1
	2	3.765		
	3	3.865		
UMJERENO CRVENA	1	3.436	0.738	0.692
	2	3.547		
	3	3.561		
LJUBIČASTA	1	3.468	0.259	0.878
	2	3.56		
	3	3.505		
ŽUTOZELENA	1	3.303	1.028	0.598
	2	3.372		
	3	3.4		
NARANČASTO ŽUTA	1	3.027	0.83	0.66
	2	3.141		
	3	3.036		
PLAVA	1	3.941	1.448	0.485
	2	3.893		

	3	3.964		
ZELENA	1	3.676	0.045	0.978
	2	3.667		
	3	3.673		
CRVENA	1	3.75	0.276	0.871
	2	3.769		
	3	3.725		
ŽUTA	1	3.378	0.761	0.684
	2	3.487		
	3	3.445		
MAGENTA	1	3.415	0.909	0.635
	2	3.554		
	3	3.526		
CIJAN	1	3.835	1.126	0.57
	2	3.91		
	3	3.943		
BIJELA	1	3.54	0.485	0.785
	2	3.504		
	3	3.555		
NEUTRAL 8	1	3.351	0.1	0.951
	2	3.389		
	3	3.384		
NEUTRAL 6.5	1	3.277	2.311	0.315
	2	3.269		
	3	3.379		
NEUTRAL 5	1	3.245	0.255	0.88
	2	3.269		
	3	3.232		
NEUTRAL 3.5	1	3.144	0.427	0.808
	2	3.209		
	3	3.147		
CRNA	1	3.41	0.294	0.863
	2	3.444		
	3	3.469		

\* $P < 0.05$

Kako bi se provjerilo među kojim kategorijama (uzbuđen-neutralan, neutralan-smiren, uzbuđen-smiren) postoji statistički značajna razlika proveden je Dunn Post-Hoc test analize značajnosti razlike u preferencijama boja sa uključenom bonferoni korekcijom (Tablica 10).



Tablica 10. Dunn Post-Hoc test analize značajnosti razlike u preferenciji boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja uzbuđen – neutralan - smiren

BOJA	Uzbuđen - neutralan - smiren	Dunn's Post Hoc Comparisons		
		z	p	p <sub>bonf</sub>
TAMNA KOŽA	1-2	-0.08	0.936	1
	1-3	0.342	0.733	1
	2-3	0.471	0.638	1
SVIJETLA KOŽA	1-2	-0.032	0.974	1
	1-3	-0.068	0.945	1
	2-3	-0.034	0.973	1
PLAVO NEBO	1-2	-0.414	0.679	1
	1-3	-1.498	0.134	0.403
	2-3	-1.1	0.272	0.815
BOJA LISTA	1-2	-1.076	0.282	0.846
	1-3	-0.986	0.324	0.973
	2-3	0.292	0.77	1
PLAVI CVIJET	1-2	0.232	0.817	1
	1-3	-0.658	0.51	1
	2-3	-1.006	0.314	0.943
PLAVO ZELENA	1-2	-2.014	<b>0.044*</b>	0.132
	1-3	-3.014	<b>0.003*</b>	<b>0.008*</b>
	2-3	-0.72	0.472	1
NARANČASTA	1-2	-0.267	0.79	1
	1-3	-0.209	0.834	1
	2-3	0.11	0.912	1
LJUBIČASTO PLAVA	1-2	1.687	0.092	0.275
	1-3	0.077	0.939	1
	2-3	-2.049	<b>0.04*</b>	0.121
UMJERENO CRVENA	1-2	-0.606	0.544	1
	1-3	-0.856	0.392	1
	2-3	-0.162	0.872	1
LJUBIČASTA	1-2	-0.48	0.631	1
	1-3	-0.181	0.856	1
	2-3	0.411	0.681	1
ŽUTOZELENA	1-2	-0.459	0.646	1
	1-3	-0.987	0.324	0.972
	2-3	-0.489	0.625	1
NARANČASTO ŽUTA	1-2	-0.791	0.429	1
	1-3	-0.168	0.867	1
	2-3	0.819	0.413	1
PLAVA	1-2	0.628	0.53	1
	1-3	-0.376	0.707	1

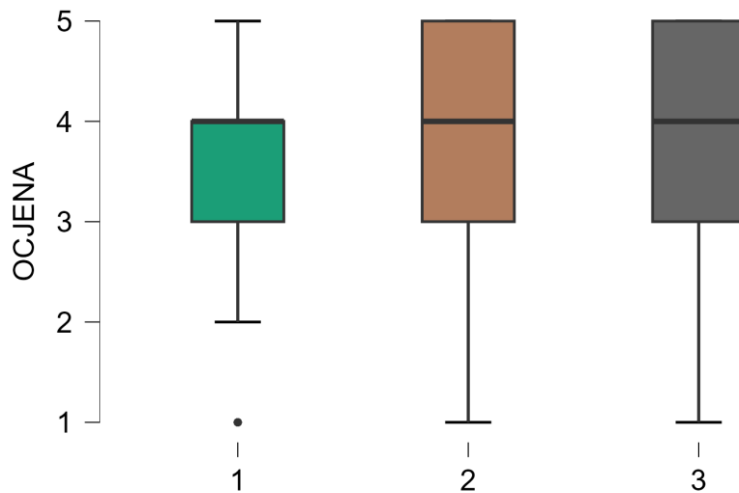
	2-3	-1.202	0.229	0.688
ZELENA	1-2	0.21	0.834	1
	1-3	0.118	0.906	1
	2-3	-0.138	0.891	1
CRVENA	1-2	0.333	0.739	1
	1-3	0.525	0.599	1
	2-3	0.149	0.882	1
ŽUTA	1-2	-0.733	0.464	1
	1-3	-0.834	0.404	1
	2-3	0.022	0.982	1
MAGENTA	1-2	-0.903	0.367	1
	1-3	-0.818	0.413	1
	2-3	0.255	0.799	1
CIJAN	1-2	-0.472	0.637	1
	1-3	-1.03	0.303	0.909
	2-3	-0.52	0.603	1
BIJELA	1-2	0.381	0.703	1
	1-3	-0.197	0.844	1
	2-3	-0.696	0.486	1
NEUTRAL 8	1-2	-0.303	0.762	1
	1-3	-0.265	0.791	1
	2-3	0.096	0.923	1
NEUTRAL 6.5	1-2	0.291	0.771	1
	1-3	-0.949	0.342	1
	2-3	-1.397	0.162	0.487
NEUTRAL 5	1-2	-0.2	0.841	1
	1-3	0.225	0.822	1
	2-3	0.496	0.62	1
NEUTRAL 3.5	1-2	-0.437	0.662	1
	1-3	0.087	0.93	1
	2-3	0.647	0.517	1
CRNA	1-2	-0.108	0.914	1
	1-3	-0.475	0.635	1
	2-3	-0.378	0.706	1

\* $P < 0.05$

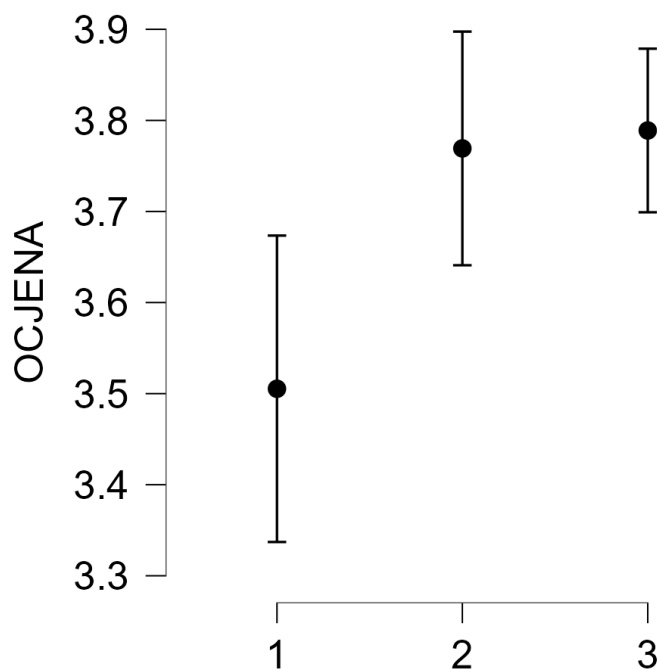
Radi boljeg razumijevanja tko više preferira pojedine boje (uzbuđeni – 1, neutralni – 2 ili smireni - 3) kod kojih se pokazala statistički značajna razlika, na temelju distribucije ocjena napravljeni su grafovi prikazani na slikama 82 i 83 u obliku boxplot grafa i grafa u obliku linijskog grafa s greškama (*erros bars*).

Na grafovima se na x osi nalaze oznake samoprocijenjenog emocionalnog stanja u kategoriji uzbuđen - smiren gdje 1 predstavlja sudionike koji su procijenili kako se osjećaju uzbuđeno, 2

sudionike koji su procijenili kako se osjećaju neutralno i 3 sudionike koji se osjećaju smireno u trenutku popunjavanja upitnika, dok se na y osi nalaze ocjene preferencije boja od 1 do 5



Slika 82. Grafički prikaz preferencije plavo zelene boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju uzbuđen – neutralan - smiren u *Boxplot* obliku

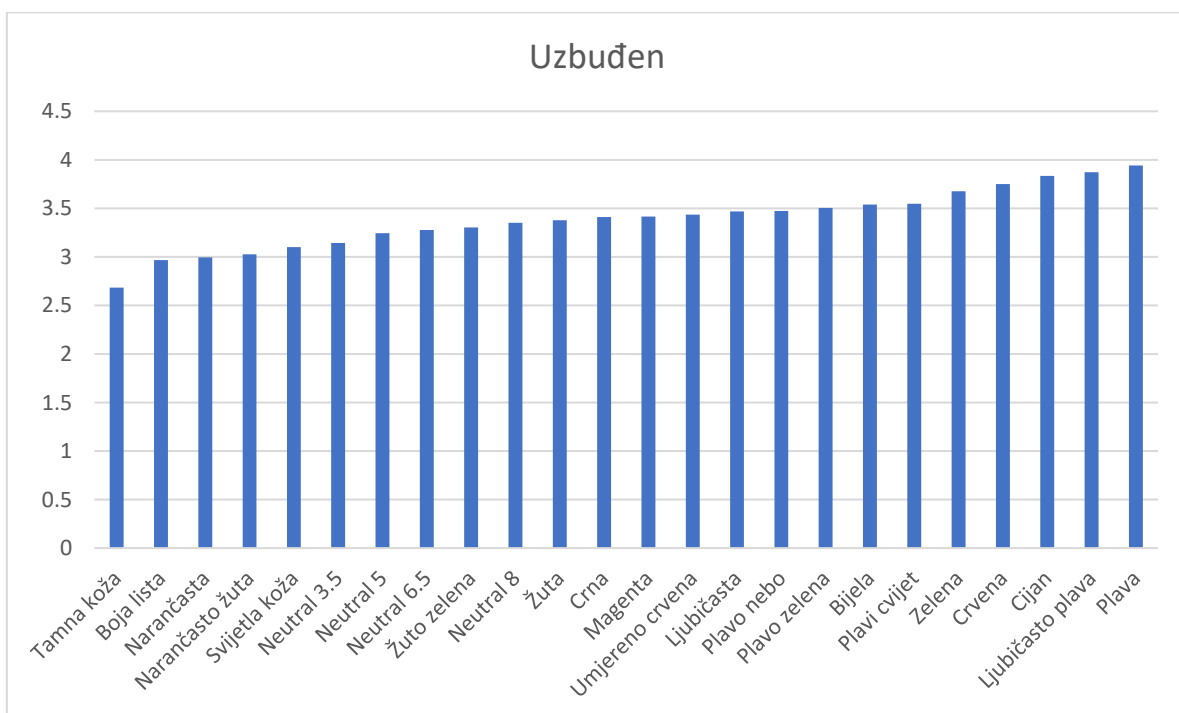


Slika 83. Grafički prikaz preferencije plavo zelene boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju uzbuđen – neutralan - smiren u obliku linijskog grafa

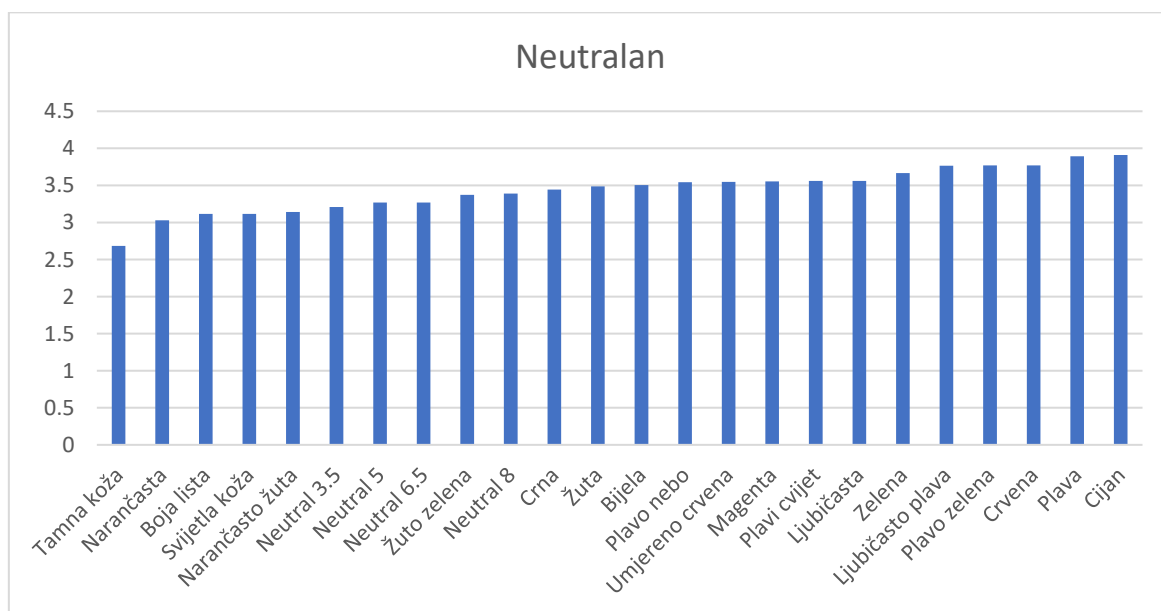
Dobiveni rezultati prikazani u Tablici 10 i grafovi prikazani na slikama 82 i 83, pokazuju kako plavo zelenu boju preferiraju ljudi koji su se izjasnili da se u trenutku popunjavanja osjećaju smireno, a ta razlika je posebno istaknuta u odnosu na one koji se osjećaju uzbuđeno ( $p_{bonf} = 0.008$ ).

Kod ostalih testiranih boja se, kao što je vidljivo u prikazanim rezultatima, nije pokazala statistički značajna razlika u preferenciji boja ovisno o tome dal se sudionici osjećaju uzbuđeni, neutralno ili smireno.

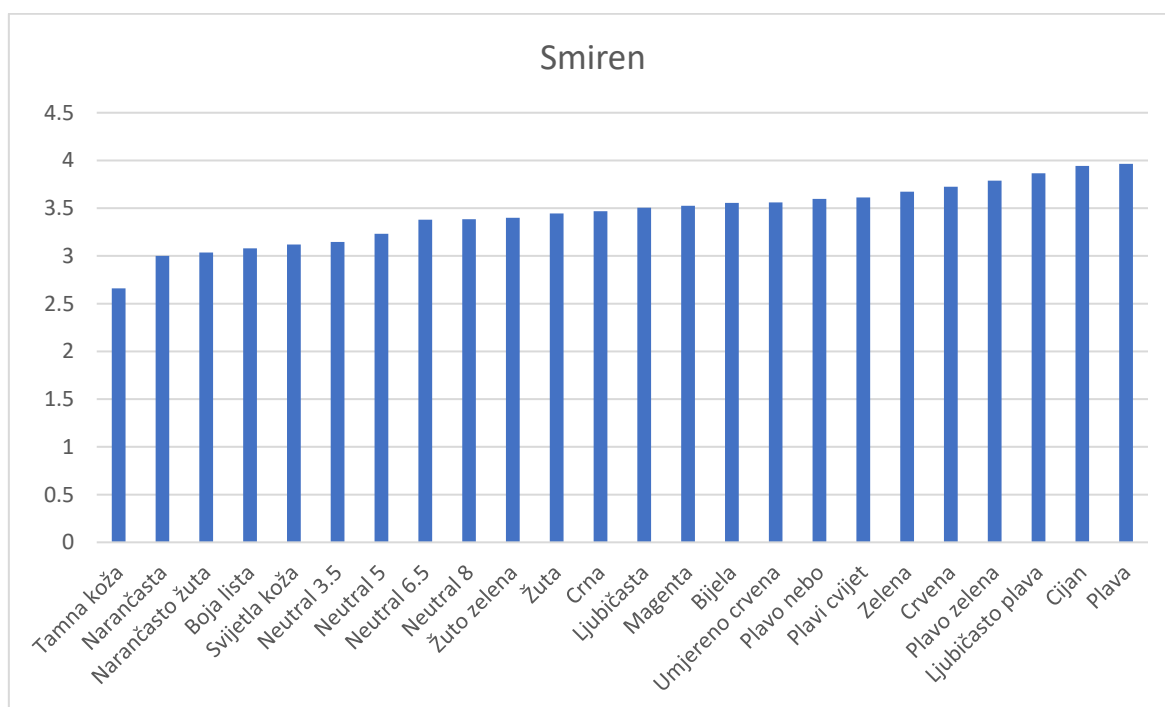
U poglavlju koje se bavi emocionalnim stanjima, u rasponu od uzbuđenog do smirenog, izrađeni su grafovi (Slike 84 - 86) kako bi se prikazale razlike u poretku boja prema ocjenama preferencija koje su sudionici dali za svaku boju. Analiza je provedena posebno za sudionike koji su u trenutku ispunjavanja upitnika procijenili da se osjećaju uzbuđeno, neutralno (ni uzbuđeno ni smireno), ili smireno. Grafovi prikazuju prosječne ocjene koje su sudionici dali za svaku boju, poredane od najslabije ocijenjene do najbolje ocijenjene boje.



Slika 84. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju uzbuđeno od najmanje preferirane do najviše preferirane



Slika 85. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju niti uzbuđeno niti smireno (neutralno) od najmanje preferirane do najviše preferirane



Slika 86. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju smireno od najmanje preferirane do najviše preferirane

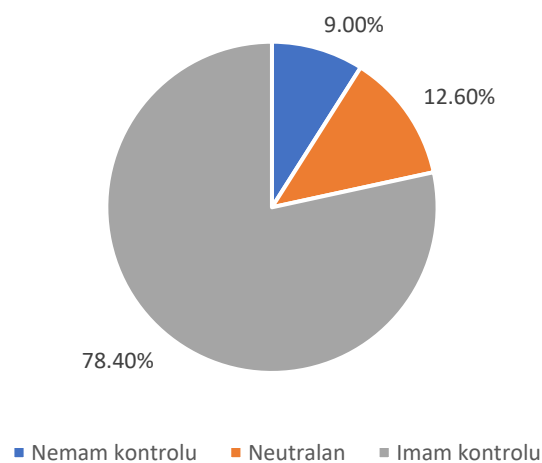
Analiza ovih grafova pokazuje da su određene boje u pravilu dosljedno dobile visoke ocjene u različitim emocionalnim stanjima od uzbuđen do smiren. Plava, cijan i plavo zelena su generalno visoko ocijenjene, dok su s druge strane, boje poput tamne kože i narančaste dobile niže ocjene, što sugerira da su manje poželjne u većini emocionalnih stanja.

### 4.3.3 Nemam kontrolu – imam kontrolu

U ovom poglavlju su prikazani rezultati prikupljenih i obrađenih podataka preferencije boja ovisno o samoprocijenjenom trenutnom emocionalnom stanju sudionika istraživanja u kategoriji uzbuđen - smiren.

Od ukupno 1 000 sudionika istraživanja, njih 90 se izjasnilo kako se u trenutku ispunjavanja upitnika osjećaju kao da nemaju kontrolu, njih 126 kako se nalaze u neutralnom emocionalnom stanju, dok se njih 784 izjasnilo kako se osjećaju kao da imaju kontrolu.

Nemam kontrolu - imam kontrolu



Slika 87. Grafički prikaz raspodjele sudionika po samoprocijenjenom trenutnom emocionalnom stanju u kategoriji nemam kontrolu – imam kontrolu

Radi jednostavnosti obrade i analiziranja podataka u daljnjem dijelu poglavlja oznaka 1 se odnosi na sudionike koji su procijenili da nemaju kontrolu, oznaka 2 na sudionike koji se osjećaju neutralno i oznaka 3 na sudionike koji se osjećaju kao da imaju kontrolu

Za potrebe analize normalnosti distribucije podataka proveden je Shapiro-Wilk test, te je kao referenta vrijednost odabrana  $p < 0.05$ . Kod svih testiranih podataka test je pokazao vrijednosti  $p < .001$  što ukazuje da podaci odstupaju od normalne distribucije (Tablica 11).

Tablica 11. Shapiro - Wilk test normalnosti podataka preferencije boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja uzbuđen - smiren

BOJA	Nemam kontrolu - neutralan - imam kontrolu	Deskriptivna statistika		
		Srednji rang	Shapiro-Wilk	<i>p</i>
TAMNA KOŽA	1	2.522	0.892	< .001
	2	2.571	0.9	< .001
	3	2.703	0.907	< .001
SVIJETLA KOŽA	1	3.078	0.904	< .001
	2	3.302	0.907	< .001
	3	3.089	0.916	< .001
PLAVO NEBO	1	3.411	0.887	< .001
	2	3.611	0.868	< .001
	3	3.57	0.885	< .001
BOJA LISTA	1	3.111	0.899	< .001
	2	3.032	0.915	< .001
	3	3.068	0.914	< .001
PLAVI CVIJET	1	3.622	0.884	< .001
	2	3.611	0.887	< .001
	3	3.58	0.889	< .001
PLAVO ZELENA	1	3.556	0.89	< .001
	2	3.738	0.882	< .001
	3	3.75	0.865	< .001
NARANČASTA	1	2.978	0.908	< .001
	2	2.849	0.913	< .001
	3	3.034	0.915	< .001
LJUBIČASTO PLAVA	1	3.733	0.877	< .001
	2	3.921	0.86	< .001
	3	3.843	0.857	< .001
UMJERENO CRVENA	1	3.511	0.893	< .001
	2	3.675	0.886	< .001
	3	3.514	0.893	< .001
LJUBIČASTA	1	3.767	0.869	< .001
	2	3.643	0.888	< .001

	3	3.46	0.897	< .001
ŽUTO ZELENA	1	3.133	0.912	< .001
	2	3.365	0.903	< .001
	3	3.404	0.897	< .001
NARANČASTO ŽUTA	1	2.967	0.908	< .001
	2	3.032	0.904	< .001
	3	3.074	0.908	< .001
PLAVA	1	3.689	0.864	< .001
	2	4.071	0.826	< .001
	3	3.952	0.83	< .001
ZELENA	1	3.5	0.877	< .001
	2	3.627	0.888	< .001
	3	3.699	0.87	< .001
CRVENA	1	3.633	0.875	< .001
	2	3.921	0.854	< .001
	3	3.723	0.867	< .001
ŽUTA	1	3.278	0.909	< .001
	2	3.413	0.903	< .001
	3	3.466	0.889	< .001
MAGENTA	1	3.444	0.87	< .001
	2	3.611	0.872	< .001
	3	3.503	0.886	< .001
CIJAN	1	3.811	0.839	< .001
	2	3.889	0.853	< .001
	3	3.931	0.839	< .001
BIJELA	1	3.411	0.906	< .001
	2	3.333	0.893	< .001
	3	3.589	0.893	< .001
NEUTRAL 8	1	3.278	0.907	< .001
	2	3.222	0.898	< .001
	3	3.416	0.903	< .001
NEUTRAL 6.5	1	3.044	0.91	< .001
	2	3.365	0.897	< .001
	3	3.362	0.903	< .001
NEUTRAL 5	1	3.078	0.915	< .001
	2	3.238	0.908	< .001
	3	3.263	0.91	< .001
NEUTRAL 3.5	1	3.133	0.912	< .001
	2	3.103	0.908	< .001
	3	3.173	0.912	< .001
CRNA	1	3.356	0.882	< .001
	2	3.508	0.88	< .001
	3	3.454	0.879	< .001



Iz dobivenih rezultata i vrijednostima  $p > .001$  se zaključuje kako je daljnju analizu podataka, kao i u prethodnom slučaju, potrebno provesti analize neparametrijskim statističkim metodama. Obzirom da se uspoređuju podaci temeljem tri skupine nezavisnih varijabli (nemam kontrolu, neutralan i imam kontrolu), korišten je neparametrijski test Kruskal-Wallis te su dobiveni rezultati analize prikazani u tablici 12.

Tablica 12. Značajnost razlike u preferenciji boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja nemam kontrolu – neutralan – imam kontrolu

BOJA	Nemam kontrolu - neutralan - imam kontrolu	Kruskal-Wallis Test		
		Srednji rang	S	<i>p</i>
TAMNA KOŽA	1	2.522	3.659	0.16
	2	2.571		
	3	2.703		
SVIJETLA KOŽA	1	3.078	3.859	0.145
	2	3.302		
	3	3.089		
PLAVO NEBO	1	3.411	1.876	0.391
	2	3.611		
	3	3.57		
BOJA LISTA	1	3.111	0.275	0.872
	2	3.032		
	3	3.068		
PLAVI CVIJET	1	3.622	0.09	0.956
	2	3.611		
	3	3.58		
PLAVO ZELENA	1	3.556	2.713	0.258
	2	3.738		
	3	3.75		
NARANČASTA	1	2.978	3.456	0.178
	2	2.849		
	3	3.034		
LJUBIČASTO PLAVA	1	3.733	1.75	0.417
	2	3.921		
	3	3.843		
UMJERENO CRVENA	1	3.511	1.559	0.459
	2	3.675		
	3	3.514		
LJUBIČASTA	1	3.767	7.112	0.029
	2	3.643		

	3	3.46		
ŽUTO ZELENA	1	3.133		
	2	3.365	4.37	0.112
	3	3.404		
NARANČASTO ŽUTA	1	2.967		
	2	3.032	1.08	0.583
	3	3.074		
PLAVA	1	3.689		
	2	4.071	5.486	0.064
	3	3.952		
ZELENA	1	3.5		
	2	3.627	2.89	0.236
	3	3.699		
CRVENA	1	3.633		
	2	3.921	3.98	0.137
	3	3.723		
ŽUTA	1	3.278		
	2	3.413	3.232	0.199
	3	3.466		
MAGENTA	1	3.444		
	2	3.611	0.868	0.648
	3	3.503		
CIJAN	1	3.811		
	2	3.889	1.075	0.584
	3	3.931		
BIJELA	1	3.411		
	2	3.333	8.73	<b>0.013</b>
	3	3.589		
NEUTRAL 8	1	3.278		
	2	3.222	5.659	0.059
	3	3.416		
NEUTRAL 6.5	1	3.044		
	2	3.365	8.372	<b>0.015*</b>
	3	3.362		
NEUTRAL 5	1	3.078		
	2	3.238	2.671	0.263
	3	3.263		
NEUTRAL 3.5	1	3.133		
	2	3.103	0.421	0.81
	3	3.173		
CRNA	1	3.356		
	2	3.508	0.785	0.675
	3	3.454		

\* $P < 0.05$

Pregledom dobivenih podataka uočeno je kako se statistički značajna razlika pokazala kod boja ljubičasta, bijela i neutral 6.5. Kako bi se provjerilo među kojim kategorijama (nemam kontrolu-neutralan, neutralan-imam kontrolu, nemam kontrolu-imam kontrolu) postoji statistički značajna razlika proveden je Dunn Post-Hoc test analize značajnosti razlike u preferencijama boja sa uključenom bonferoni korekcijom (Tablica 13).

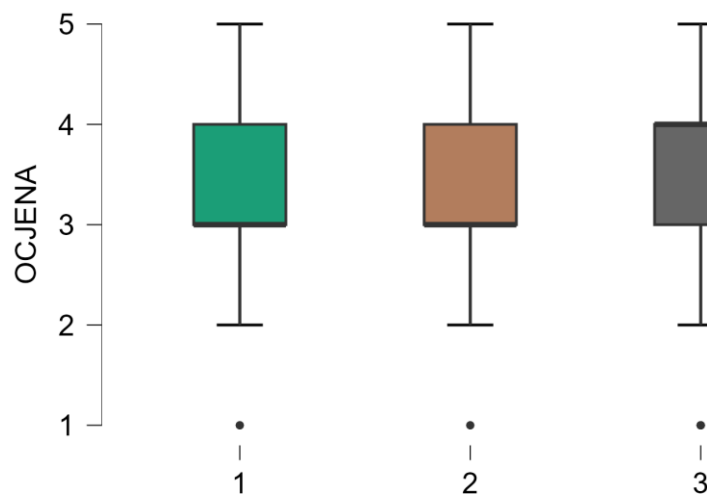
Tablica 13. Dunn Post-Hoc test analize značajnosti razlike u preferenciji boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja nemam kontrolu – neutralan – imam kontrolu

BOJA	Nemam kontrolu - neutralan - imam kontrolu	Dunn's Post Hoc Comparisons		
		<i>z</i>	<i>p</i>	<i>p<sub>bonf</sub></i>
TAMNA KOŽA	1-2	-0.403	0.687	1
	1-3	-1.583	0.113	0.34
	2-3	-1.255	0.209	0.628
SVIJETLA KOŽA	1-2	-1.411	0.158	0.475
	1-3	-0.077	0.939	1
	2-3	1.94	0.052	0.157
PLAVO NEBO	1-2	-1.114	0.265	0.796
	1-3	-1.356	0.175	0.525
	2-3	0.029	0.977	1
BOJA LISTA	1-2	0.518	0.604	1
	1-3	0.318	0.75	1
	2-3	-0.376	0.707	1
PLAVI CVIJET	1-2	0.293	0.769	1
	1-3	0.258	0.796	1
	2-3	-0.122	0.903	1
PLAVO ZELENA	1-2	-0.775	0.438	1
	1-3	-1.564	0.118	0.353
	2-3	-0.699	0.485	1
NARANČASTA	1-2	0.989	0.323	0.969
	1-3	-0.372	0.71	1
	2-3	-1.853	0.064	0.192
LJUBIČASTO PLAVA	1-2	-1.234	0.217	0.652
	1-3	-1.222	0.222	0.665
	2-3	0.357	0.721	1
UMJERENO CRVENA	1-2	-0.943	0.346	1
	1-3	-0.117	0.907	1
	2-3	1.22	0.222	0.667

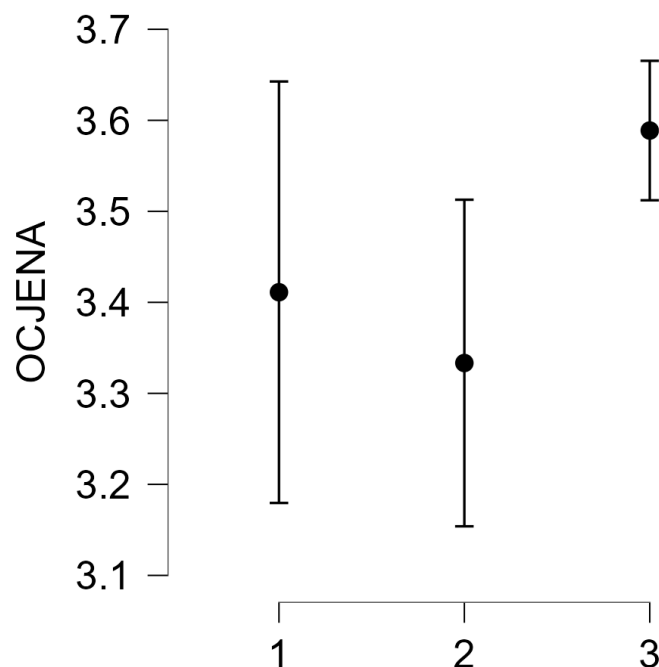
LJUBIČASTA	1-2	0.89	0.373	1
	1-3	2.38	0.017	0.052
	2-3	1.479	0.139	0.417
ŽUTO ZELENA	1-2	-1.414	0.157	0.472
	1-3	-2.086	0.037	0.111
	2-3	-0.386	0.7	1
NARANČASTO ŽUTA	1-2	-0.277	0.782	1
	1-3	-0.892	0.372	1
	2-3	-0.636	0.525	1
PLAVA	1-2	-2.247	0.025	0.074
	1-3	-2.082	0.037	0.112
	2-3	0.816	0.414	1
ZELENA	1-2	-0.418	0.676	1
	1-3	-1.44	0.15	0.449
	2-3	-1.069	0.285	0.856
CRVENA	1-2	-1.852	0.064	0.192
	1-3	-0.827	0.408	1
	2-3	1.704	0.088	0.265
ŽUTA	1-2	-0.635	0.525	1
	1-3	-1.621	0.105	0.315
	2-3	-0.966	0.334	1
MAGENTA	1-2	-0.792	0.428	1
	1-3	-0.234	0.815	1
	2-3	0.867	0.386	1
CIJAN	1-2	0.101	0.919	1
	1-3	-0.639	0.523	1
	2-3	-0.887	0.375	1
BIJELA	1-2	0.759	0.448	1
	1-3	-1.422	0.155	0.465
	2-3	-2.741	0.006	<b>0.018*</b>
NEUTRAL 8	1-2	0.359	0.72	1
	1-3	-1.364	0.173	0.518
	2-3	-2.098	0.036	0.108
NEUTRAL 6.5	1-2	-2.243	0.025	0.075
	1-3	-2.885	0.004	<b>0.012*</b>
	2-3	-0.12	0.904	1
NEUTRAL 5	1-2	-1.179	0.238	0.715
	1-3	-1.634	0.102	0.307
	2-3	-0.199	0.842	1
NEUTRAL 3.5	1-2	0.181	0.857	1
	1-3	-0.3	0.764	1
	2-3	-0.608	0.544	1
CRNA	1-2	-0.847	0.397	1
	1-3	-0.792	0.428	1
	2-3	0.299	0.765	1

\* $P < 0.05$

Radi boljeg razumijevanja tko više preferira pojedine boje (nemam kontrolu – 1, neutralni – 2 ili imam kontrolu - 3) kod kojih se pokazala statistički značajna razlika, na temelju distribucije ocjena napravljeni su grafovi prikazani na slikama 88-91 u obliku boxplot grafa i grafa u obliku linijskog grafa s greškama (*erros bars*).

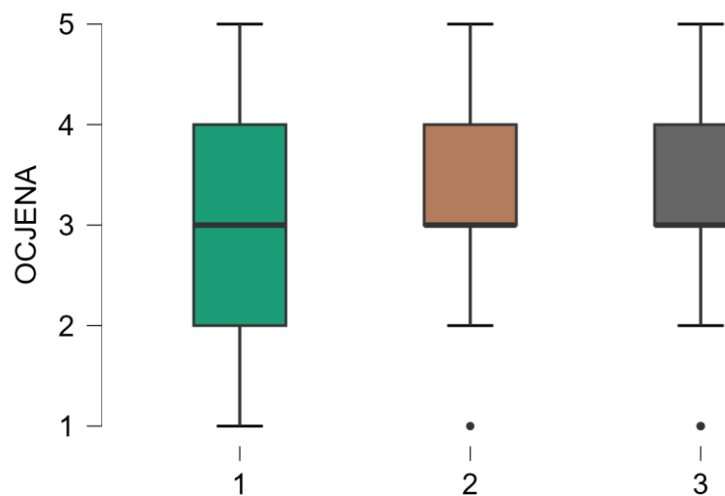


Slika 88. Grafički prikaz preferencije bijele boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju nemam kontrolu – neutralan – imam kontrolu u *Boxplot* obliku

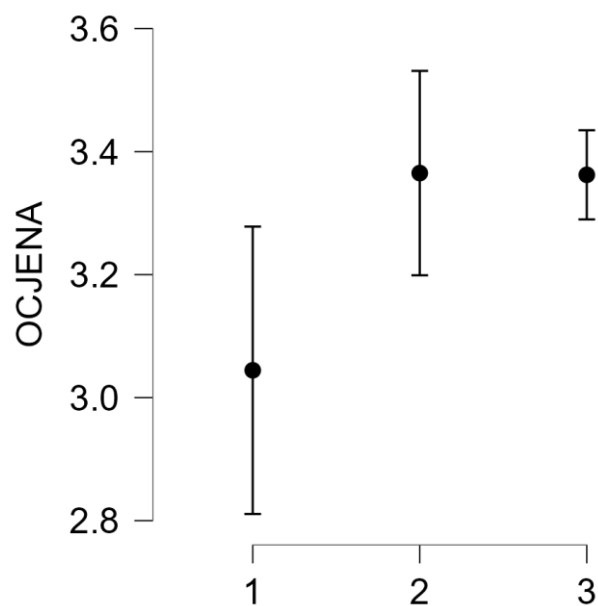


Slika 89. Grafički prikaz preferencije bijele boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju nemam kontrolu – neutralan – imam kontrolu u obliku linijskog grafa

Iz podataka u tablici 13 i slika 88 i 89 na kojima su *Boxplot* grafom i grafom u obliku linijskog grafa prikazane razlike u preferenciji bijele boje može se vidjeti da ju više preferiraju sudionici koji su se izjasnili kako se osjećaju da imaju kontrolu u odnosu na one koji su se izjasnili kako se osjećaju neutralno i da nemaju kontrolu u trenutku popunjavanja upitnika. Statistička analiza pokazuje kako postoji statistički značajna razlika ( $p_{bonf}=0.018$ ) u preferenciji boje između onih koji su se izjasnili da se u trenutku popunjavanja upitnika osjećaju neutralno u odnosu na one koji su se izjasnili da imaju kontrolu..



Slika 90. Grafički prikaz preferencije neutral 6.5 boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju nemam kontrolu – neutralan – imam kontrolu u Boxplot obliku

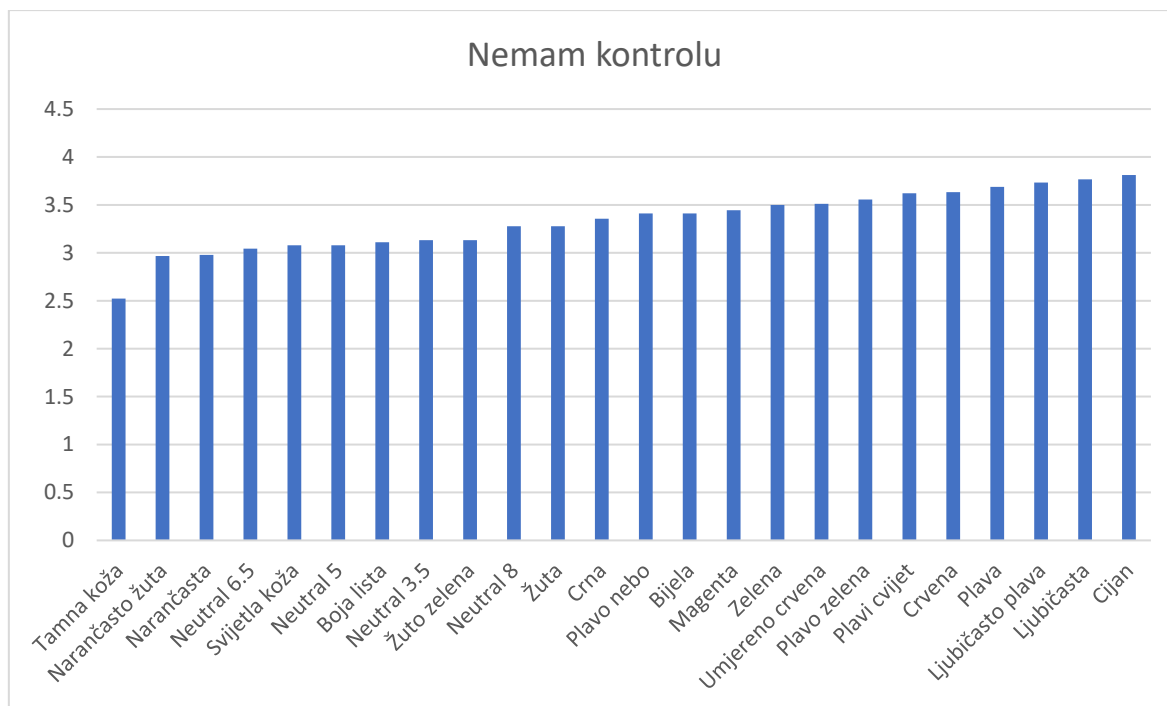


Slika 91. Grafički prikaz preferencije neutral 6.5 boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju nemam kontrolu – neutralan – imam kontrolu u obliku linijskog grafa

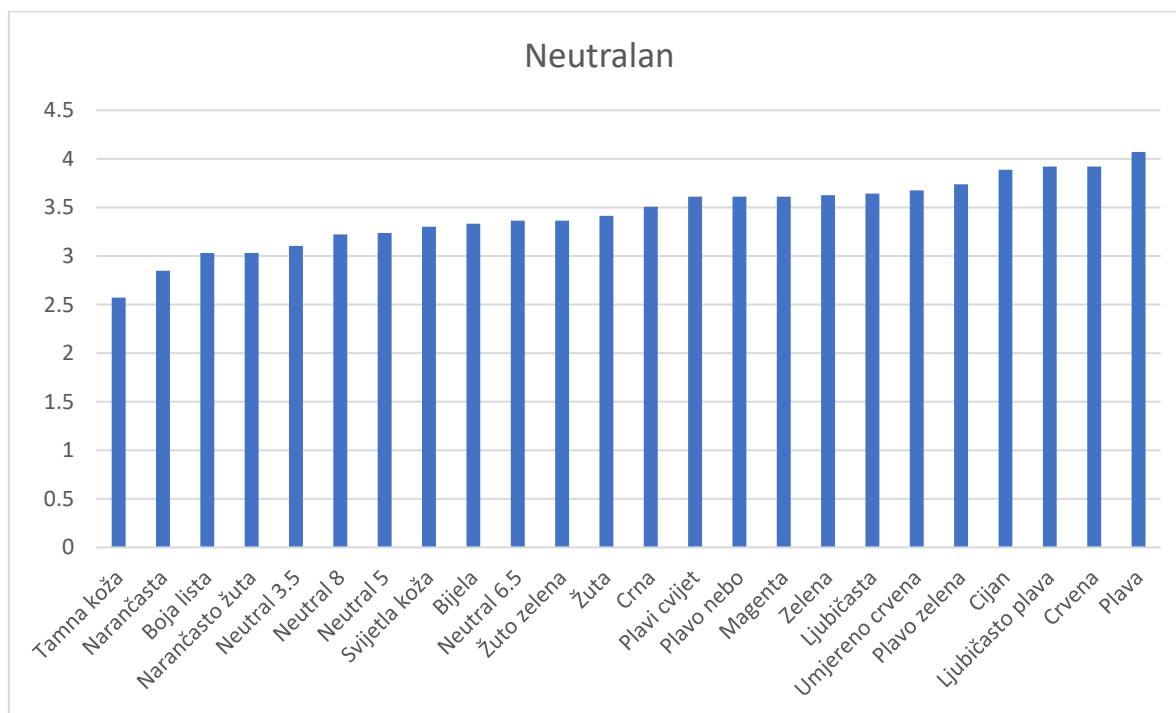
Iz *Boxplot* grafa i linijskog grafa (Slike 90 i 91) na kojima su prikazane razlike u preferenciji boje neutral 6.5 te tablice 13 može se vidjeti da ju više preferiraju sudionici koji su se izjasnili kako se osjećaju da nemaju kontrolu u odnosu na one koji su se izjasnili kako se osjećaju neutralno i da imaju kontrolu u trenutku popunjavanja upitnika. Statistička analiza pokazuje kako postoji statistički značajna razlika ( $p_{bonf}=0.012$ ) u preferenciji boje između onih koji su se izjasnili da se u trenutku popunjavanja upitnika osjećaju da imaju kontrolu u odnosu na one koji su se izjasnili da nemaju kontrolu..

Kod ostalih testiranih boja se, kao što je vidljivo u prikazanim rezultatima, nije se pokazala statistički značajna razlika u preferenciji boja ovisno o tome osjećaju li se sudionici kao da imaju kontrolu, neutralno ili kao da nemaju kontrolu u trenutku popunjavanja upitnika.

I u kategoriji emocionalnih stanja nemam kontrolu, neutralan i imam kontrolu, napravljeni su grafovi (Slike 92-94), a kako bi se vidjele razlike u odnosu kako su boje poredane po ocjenama preferencije koje su sudionici istraživanja dali za svaku boju, a zasebno za sudionike koji su procijenili da se u trenutku popunjavanja upitnika osjećaju da nemaju kontrolu, niti da nemaju kontrolu niti da imaju kontrolu (neutralno) i imaju kontrolu. Grafovi prikazuju srednje ocjene koje su sudionici dali za svaku boju, a poredane su od najslabije ocijenjene do najbolje ocijenjene boje.

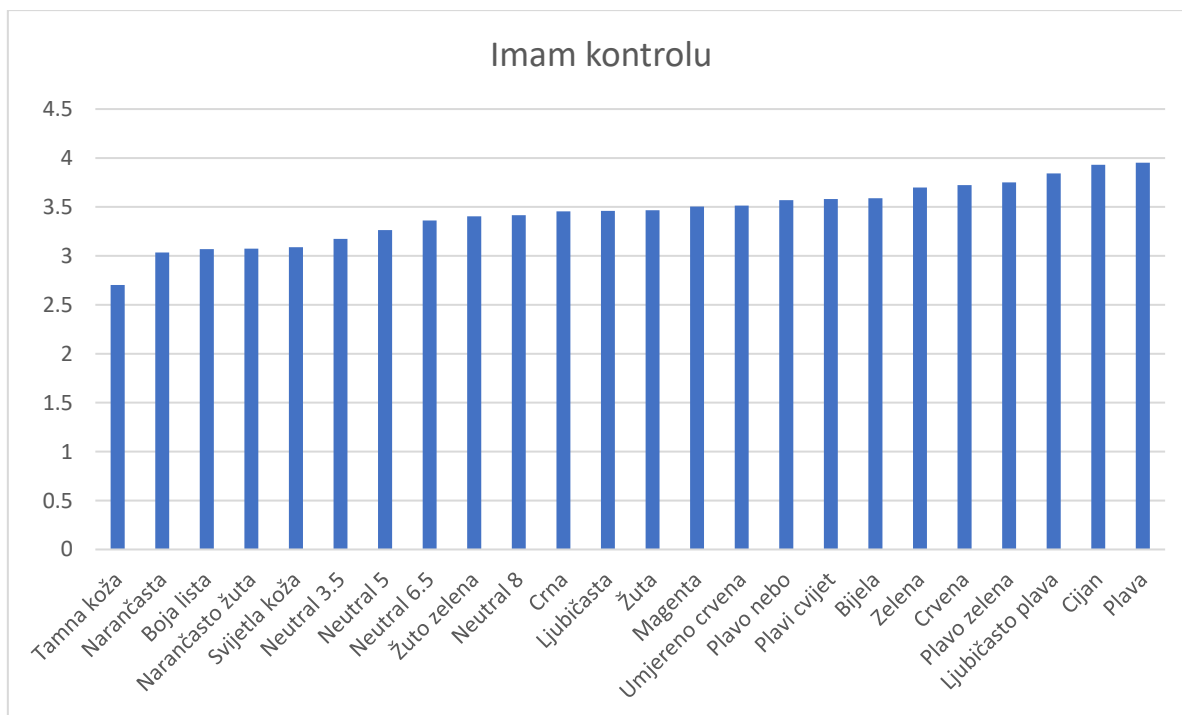


Slika 92. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju da nemaju kontrolu od najmanje preferirane do najviše preferirane



Slika 93. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju niti da nemaju kontrolu niti da imaju kontrolu (neutralno) od najmanje preferirane do najviše preferirane





Slika 94. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju da imaju kontrolu od najmanje preferirane do najviše preferirane

Analiza ovih grafova ukazuje na konzistentne preferencije boja bez obzira na emocionalno stanje. Plava i cijan se kontinuirano pojavljuju kao najomiljenije boje, dok su boje tamna koža i narančasta najmanje preferirane.

Generalno, proučavajući podatke provedenih analiza preferencija boja ovisno o svim kategorijama (spol, način prikaza i emocionalna stanja) može se zaključiti kako u uzorku postoje konzistentnosti u preferencijama, pa tako boje cijan i plava kontinuirano pokazuju visoke ocjene preferencija što ne iznenađuje obzirom da su prethodna istraživanja pokazala kako hladne plave boje sugeriraju mir, stabilnost i čistoću. Nasuprot tome, boje kao što su boja tamne kože i narančasta pokazuju generalno najniže ocjene preferencija, što također ne iznenađuje obzirom da se recimo smeđa često povezuje s prljavštinom, blatom i sl.

## 5. ZAKLJUČAK

Boje su glavni nositelj poruke u grafički oblikovanim materijalima svih vrsta od tiskanih do digitalnih i multimedijjskih, a razumijevanje korisničkih preferencija boja je od iznimne važnosti grafičkim dizajnerima koji oblikuju grafičke komunikacijske materijale. U okviru doktorske disertacije kreirano je i provedeno istraživanje na uzorku od 1 000 sudionika koji su raspoređeni po demografskim karakteristikama tako da odgovara nacionalno reprezentativnom uzorku. Istraživanje je temeljeno na 24 pomno odabrane boje s kojima se čovjek susreće, u pravilu svakodnevno, a kojim se ispituju korisničke preferencije prema njima ovisno o spolu i emocionalnom stanju sudionika istraživanja, kao i načinu prikaza boje.

U doktorskoj disertaciji se statističkom obradom i analizom prikupljenih podataka pokazalo kako postoji statistički značajna razlika u preferencijama pojedinih boja ovisno o spolu sudionika istraživanja. Također, statističkom obradom i analizom prikupljenih podataka preferencije boja ovisno o načinu prikaza, u uzorku ili samostalno, može se zaključiti kako postoji statistički značajna razlika u preferenciji pojedinih boja. Isto tako analizom prikupljenih podataka preferencije boja ovisno o emocionalnom stanju pokazalo se kako postoji statistički značajna razlika u preferenciji pojedinih boja, a detaljnijom analizom dobivenih podataka može se vidjeti kako se najviše statistički značajnih razlika u preferenciji boja pojavljuje u kategoriji emocionalnog stanja sretan – tužan. Može se vidjeti kako najviše utjecaja na preferenciju boja u odnosu na emocionalno stanje ima varijabla koliko se osoba osjeća sretno ili tužno, u odnosu na emocionalna stanja u ostalim kategorijama. Također, analizirajući prikupljene i obrađene podatke može se vidjeti da od svih karakteristika sudionika istraživanja (spol, emocionalno stanje i način prikaza boje) spol ima utjecaj na preferenciju najviše testiranih boja.

Dobiveni rezultati su pokazali kako postoje neki univerzalni uzorci u preferenciji boja kroz sve kategorije sudionika istraživanja. Naime, sudionici istraživanja su prilično konzistentno davali najveće srednje ocijene hladnim bojama poput plave i cijana kroz sve skupine, dok su boje dark skin i narančasta prilično konzistentno kroz sve kategorije sudionici istraživanja ocijenili niskim srednjim ocjenama.

Iako su prethodno navedena saznanja potvrdila postavljene hipoteze predlažu se daljnja istraživanja u području preferencija boja sa dodatnim modifikacijama unutar metodologije istraživanja kako bi se dobila detaljnija saznanja o utjecaju korisničkih karakteristika na preferencije boja.

## 6. LITERATURA

- [1] C. Mohr, D. Jonauskaitė, E. S. Dan-Glauser, M. Uusküla, and N. Dael, ‘Unifying research on colour and emotion: Time for a cross-cultural survey on emotion associations with colour terms’, in *Progress in Colour Studies*, L. W. MacDonald, C. P. Biggam, and G. V. Paramei, Eds., Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 2018, pp. 209–222. doi: 10.1075/z.217.11moh.
- [2] Z. O’Connor, ‘Colour, contrast and gestalt theories of perception: The impact in contemporary visual communications design’, *Color Res. Appl.*, vol. 40, no. 1, pp. 85–92, Feb. 2015, doi: 10.1002/col.21858.
- [3] F. Lyu, R. Xi, and Y. Liu, ‘Color design in application interfaces for children’, *Color Res. Appl.*, vol. 47, no. 2, pp. 507–517, Apr. 2022, doi: 10.1002/col.22726.
- [4] L. I. Labrecque and G. R. Milne, ‘Exciting red and competent blue: the importance of color in marketing’, *J. Acad. Mark. Sci.*, vol. 40, no. 5, pp. 711–727, Sep. 2012, doi: 10.1007/s11747-010-0245-y.
- [5] J. Serra, Y. Gouaich, and B. Manav, ‘Preference for accent and background colors in interior architecture in terms of similarity/contrast of natural color system attributes’, *Color Res. Appl.*, vol. 47, no. 1, pp. 135–151, Feb. 2022, doi: 10.1002/col.22698.
- [6] A. Gou, B. Shi, J. Wang, and H. Wang, ‘Color preference and contributing factors of urban architecture based on the selection of color samples—Case study: Shanghai’, *Color Res. Appl.*, vol. 47, no. 2, pp. 454–474, Apr. 2022, doi: 10.1002/col.22731.
- [7] X. Gao *et al.*, ‘Analysis of cross-cultural color emotion’, *Color Res. Appl.*, vol. 32, no. 3, pp. 223–229, Jun. 2007, doi: 10.1002/col.20321.
- [8] M. M. Aslam, ‘Are You Selling the Right Colour? A Cross-cultural Review of Colour as a Marketing Cue’, *J. Mark. Commun.*, vol. 12, no. 1, pp. 15–30, 2006, doi: 10.1080/13527260500247827.
- [9] A. C. Hurlbert and Y. Ling, ‘Biological components of sex differences in color preference’, *Curr. Biol.*, vol. 17, no. 16, pp. R623–R625, 2007, doi: 10.1016/j.cub.2007.06.022.
- [10] A. Franklin, L. Bevis, Y. Ling, and A. Hurlbert, ‘Biological components of colour preference in infancy’, *Dev. Sci.*, vol. 13, no. 2, pp. 346–354, 2010, doi: 10.1111/j.1467-7687.2009.00884.x.
- [11] K. Haller, *The little book of colour: how to use the psychology of colour to transform your life*. London: Penguin Life, an imprint of Penguin Books, 2019.
- [12] P. Valdez and A. Mehrabian, ‘Effects of Color on Emotions’, *J. Exp. Psychol. Gen.*, vol. 123, no. 4, pp. 394–409, 1994, doi: 10.1037/0096-3445.123.4.394.
- [13] M. Hanada, ‘Correspondence analysis of color–emotion associations’, *Color Res. Appl.*, vol. 43, no. 2, pp. 224–237, Apr. 2018, doi: 10.1002/col.22171.
- [14] E. B. Goldstein, *Sensation and perception*, 8. ed., Internat. ed. Belmont, Calif: Wadsworth Cengage Learning, 2010.
- [15] S. H. Schwartz, *Visual perception: a clinical orientation*, 4th edition. New York: McGraw-Hill Education, 2015.
- [16] H.-J. Suk and H. Irtel, ‘Emotional response to color across media’, *Color Res. Appl.*, vol. 35, no. 1, pp. 64–77, Feb. 2010, doi: 10.1002/col.20554.

- [17] M. Born, E. Wolf, and A. B. Bhatia, *Principles of Optics: Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light*. Cambridge University Press, 2000. [Online]. Available: <https://books.google.hr/books?id=oV80AAAAIAAJ>
- [18] E. Hecht, *Optics*, 4. ed., International ed., [Nachdr.]. in Pearson education. San Francisco Munich: Addison-Wesley, 20.
- [19] D. Armstrong, *Rainbow*. Accessed: Jan. 21, 2024. [Online]. Available: <https://education.nationalgeographic.org/resource/rainbow/>
- [20] S. E. Palmer and K. B. Schloss, 'An ecological valence theory of human color preference', *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 107, no. 19, pp. 8877–8882, May 2010, doi: 10.1073/pnas.0906172107.
- [21] E. B. Goldstein and L. Cacciamani, *Sensation and perception*, Eleventh edition, Student edition. Boston, MA: Cengage, 2022.
- [22] M. Matijević, 'Vizualni efekti proširivanja i simultanoga kontrasta u grafičkoj komunikaciji', Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Zagreb, 2013.
- [23] K. Hajdek, 'Akromatske reprodukcije uvjetovane pojavnošću podadinskih efekata', Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Zagreb, 2016.
- [24] I. Pučić, 'Utjecaj međusprenjaka na očitavanje i percepciju otiska', Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Zagreb, 2011.
- [25] A. Hård, L. Sivik, and G. Tonquist, 'NCS, natural color system—From concept to research and applications. Part I', *Color Res. Appl.*, vol. 21, no. 3, pp. 180–205, Jun. 1996, doi: 10.1002/(SICI)1520-6378(199606)21:3<180::AID-COL2>3.0.CO;2-O.
- [26] O. S. of America, *Optics Letters*. in Optics Letters, no. s. 4. Optical Society of America., 1979. [Online]. Available: [https://books.google.hr/books?id=2\\_VMAQAIAAJ](https://books.google.hr/books?id=2_VMAQAIAAJ)
- [27] 'DIN 6164: Colorimetric determination of colour differences for object colours'. Berlin, DIN, 1976.
- [28] I. Pavlović, 'Utjecaj promjene kanala zapisa na interpretaciju fotografske slike', Dostoral Thesis, University of Zagreb Faculty of Graphic Arts, Zagreb, Croatia, 2021.
- [29] 'CIE 1931'. Cambridge University Press, Cambridge, 1931.
- [30] 'CIE standard iluminats for colorimetry, CIE S005/E'. Vienna, 1999.
- [31] 'CIE 1976 (L\*, a\*, b\*) Color Space'. Vienna, 1976.
- [32] B. C. K. Ly, E. B. Dyer, J. L. Feig, A. L. Chien, and S. Del Bino, 'Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement', *J. Invest. Dermatol.*, vol. 140, no. 1, pp. 3-12.e1, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.jid.2019.11.003.
- [33] F. J. J. Clarke and R. M. B. Riggt, 'Modification to the JPC79 Colour-difference Formula', *J. Soc. Dye. Colour.*, vol. 100, no. 4, pp. 128–132, 1984, doi: 10.1111/j.1478-4408.1984.tb00969.x.
- [34] 'CIE 94: Colorimetry - Part 3: CIE Guidelines for Coordinated Research on Colorimetry and Spectrophotometry'. Vienna, 1994.
- [35] 'CIE 2000: Colorimetry - Part 4: CIE Guidelines for Colorimetry'. Vienna, 2000.
- [36] M. Bertalmio, *Vision Models for High Dynamic Range and Wide Colour Gamut Imaging*. London: Elsevier, 2020. doi: 10.1016/C2017-0-00438-X.
- [37] M. Hajdek, 'Optimizacija parametara prezentacije za prijenos vizualnih informacija', Doctoral Thesis, Koprivnica, Croatia, 2023.

- [38] H. Kolb, E. Fernandez, and R. Nelson, *Webvision: The Neural Organization of Retina and Visual System*. 2007. [Online]. Available: <http://webvision.umh.es>
- [39] D. Purves *et al.*, Eds., *Neuroscience*, Sixth edition. New York: Oxford University Press, 2018.
- [40] C. Kazilek and K. Cooper, ‘Rods and Cones’, ASU - Ask A Biologist. Accessed: Jan. 28, 2024. [Online]. Available: <https://askbiologist.asu.edu/rods-and-cones>
- [41] R. L. Gregory, *Eye and brain: the psychology of seeing*, Fifth edition. in Princeton science library. Princeton Oxford: Princeton University Press, 2015.
- [42] E. R. Kandel, Ed., *Principles of neural science*, 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2013.
- [43] S. E. Palmer, *Vision science: photons to phenomenology*, 3. printing. in A Bradford book. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2002.
- [44] G. Wyszecki and W. S. Stiles, *Color science: concepts and methods, quantitative data, and formulae*, Wiley classics library ed. in Wiley classics library. New York: John Wiley & Sons, 2000.
- [45] D. H. Hubel and T. N. Wiesel, *Brain and visual perception: the story of a 25-year collaboration*. Oxford: Oxford Univ. Press, 2005.
- [46] A. J. Elliot, M. D. Fairchild, and A. Franklin, Eds., *Handbook of color psychology*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2015.
- [47] D. Jonauskaitė, I. Tremea, L. Bürki, C. N. Diouf, and C. Mohr, ‘To see or not to see: Importance of color perception to color therapy’, *Color Res. Appl.*, vol. 45, no. 3, pp. 450–464, Jun. 2020, doi: 10.1002/col.22490.
- [48] M. D. Fairchild, *Color Appearance Models*, 3rd ed. John Wiley & Sons Ltd., 2013.
- [49] T. Vecchi and G. Bottini, *Imagery and Spatial Cognition: Methods, Models, and Cognitive Assessment*. Amsterdam; Philadelphia PA: John Benjamins Publishing Company, 2006.
- [50] R. Landa, *Designing Brand Experience: Creating Powerful Integrated Brand Solutions*. Cengage Learning, 2005.
- [51] Z. O’Connor, ‘Colour psychology and colour therapy: Caveat emptor’, *Color Res. Appl.*, vol. 36(3), pp. 229–234, 2011, doi: 10.1002/col.20597.
- [52] A. Lewandowska and A. Olejnik-Krugly, ‘Do Background Colors Have an Impact on Preferences and Catch the Attention of Users?’, *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 1, p. 225, 2021, doi: 10.3390/app12010225.
- [53] A. J. Elliot and M. A. Maier, ‘Color Psychology: Effects of Perceiving Color on Psychological Functioning in Humans’, *Annu. Rev. Psychol.*, vol. 65, no. 1, pp. 95–120, 2014, doi: 10.1146/annurev-psych-010213-115035.
- [54] C. Damiano *et al.*, ‘Anger is red, sadness is blue: Emotion depictions in abstract visual art by artists and non-artists’, *J. Vis.*, vol. 23, no. 4, p. 1, 2023, doi: 10.1167/jov.23.4.1.
- [55] D. Jonauskaitė *et al.*, ‘Universal Patterns in Color-Emotion Associations Are Further Shaped by Linguistic and Geographic Proximity’, *Psychol. Sci.*, vol. 31, no. 10, pp. 1245–1260, 2020, doi: 10.1177/0956797620948810.
- [56] Achint Kaur and MCM DAV college for women sector 36, Panjab University, Chandigarh, India, ‘A Link Between Colors and Emotions; A Study of Undergraduate Females’, *Int. J. Eng. Res.*, vol. V9, no. 09, p. IJERTV9IS090319, Sep. 2020, doi: 10.17577/IJERTV9IS090319.

- [57] A. Gjoni, 'Color Coordination as a Powerful Design Tool', *Art Des. Rev.*, vol. 10, no. 02, pp. 221–230, 2022, doi: 10.4236/adr.2022.102016.
- [58] T. Jost, N. Ouerhani, R. V. Wartburg, R. Müri, and H. Hügli, 'Assessing the contribution of color in visual attention', *Comput. Vis. Image Underst.*, vol. 100, no. 1–2, pp. 107–123, Oct. 2005, doi: 10.1016/j.cviu.2004.10.009.
- [59] M. Kawasaki and Y. Yamaguchi, 'Effects of subjective preference of colors on attention-related occipital theta oscillations', *NeuroImage*, vol. 59, no. 1, pp. 808–814, Jan. 2012, doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.07.042.
- [60] W. Swasty and A. R. Adriyanto, 'Does Color Matter on Web User Interface Design', *CommIT Commun. Inf. Technol. J.*, vol. 11, no. 1, p. 17, Aug. 2017, doi: 10.21512/commit.v11i1.2088.
- [61] D. Jonauskaite, C. A. Parraga, M. Quiblier, and C. Mohr, 'Feeling Blue or Seeing Red? Similar Patterns of Emotion Associations With Colour Patches and Colour Terms', - *Percept.*, vol. 11, no. 1, p. 204166952090248, 2020, doi: 10.1177/2041669520902484.
- [62] J. M. B. Fugate and C. L. Franco, 'What Color Is Your Anger? Assessing Color-Emotion Pairings in English Speakers', *Front. Psychol.*, vol. 10, p. 206, 2019, doi: 10.3389/fpsyg.2019.00206.
- [63] D. Jonauskaite, B. Althaus, N. Dael, E. Dan-Glauser, and C. Mohr, 'What color do you feel? Color choices are driven by mood', *Color Res. Appl.*, vol. 44, no. 2, pp. 272–284, 2019, doi: 10.1002/col.22327.
- [64] M. Tokutake, T. Kajiyama, and N. Ouchi, 'A method for revising package image colors to express brand perceptions better', vol. 44, no. 5, pp. 798–810, 2019, doi: 10.1002/col.22400.
- [65] C. Bartneck and A. Clark, 'Semi-automatic color analysis for brand logos', *Color Res. Appl.*, vol. 40, no. 1, pp. 72–84, Feb. 2015, doi: 10.1002/col.21853.
- [66] T. Kristensen, G. Gabrielsen, and J. L. Zaichkowsky, 'How valuable is a well-crafted design and name brand?: Recognition and willingness to pay', *J. Consum. Behav.*, vol. 11, no. 1, pp. 44–55, Jan. 2012, doi: 10.1002/cb.368.
- [67] Y. Kim, 'The Influence of Color on Brand Extension: Mediation Role of Processing Style', *Jpn. Psychol. Res.*, vol. 62, no. 4, pp. 268–278, Oct. 2020, doi: 10.1111/jpr.12269.
- [68] S. Won and S. Westland, 'Colour meaning and consumer expectations', *Color Res. Appl.*, vol. 43, no. 1, pp. 100–109, Feb. 2018, doi: 10.1002/col.22167.
- [69] X. Zhang, M. Yang, J. Su, W. Yang, and K. Qiu, 'Research on product color design decision driven by brand image', *Color Res. Appl.*, vol. 45, no. 6, pp. 1202–1216, Dec. 2020, doi: 10.1002/col.22540.
- [70] C. Xiao, H. Zhu, X. Wang, and L. Wu, 'Vividly warm: The color saturation of logos on brands' customer sensitivity judgment', *Color Res. Appl.*, vol. 46, no. 6, pp. 1347–1359, Dec. 2021, doi: 10.1002/col.22682.
- [71] H. Kauppinen-Räsänen, 'Strategic Use of Colour in Brand Packaging', *Packag. Technol. Sci.*, vol. 27, no. 8, pp. 663–676, Aug. 2014, doi: 10.1002/pts.2061.
- [72] Y. Wang, T. Wang, W. Mu, and Y. Sun, 'What is the glamor of black-and-white? The effect of color design on evaluations of luxury brand ads', *J. Consum. Behav.*, vol. 21, no. 5, pp. 973–986, Sep. 2022, doi: 10.1002/cb.2030.

- [73] J. T. M. Davis *et al.*, ‘Cultural Components of Sex Differences in Color Preference’, *Child Dev.*, vol. 92, no. 4, pp. 1574–1589, Jul. 2021, doi: 10.1111/cdev.13528.
- [74] L.-C. Ou, M. R. Luo, A. Woodcock, and A. Wright, ‘A study of colour emotion and colour preference. Part I: Colour emotions for single colours’, *Color Res. Appl.*, vol. 29, no. 3, pp. 232–240, 2004, doi: 10.1002/col.20010.
- [75] S.-M. Gong and W.-Y. Lee, ‘Colour preference model for elder and younger groups’, 2017.
- [76] M. Dittmar, ‘Changing Colour Preferences with Ageing: A Comparative Study on Younger and Older Native Germans Aged 19–90 Years’, *Gerontology*, vol. 47, no. 4, pp. 219–226, 2001, doi: 10.1159/000052802.
- [77] L.-C. Ou, M. R. Luo, P.-L. Sun, N.-C. Hu, and H.-S. Chen, ‘Age effects on colour emotion, preference, and harmony’, *Color Res. Appl.*, vol. 37, no. 2, pp. 92–105, Apr. 2012, doi: 10.1002/col.20672.
- [78] C. Owsley, ‘Aging and vision’, *Vision Res.*, vol. 51, no. 13, pp. 1610–1622, Jul. 2011, doi: 10.1016/j.visres.2010.10.020.
- [79] Y. Xi, R. He, C. Guo, and M. Huang, ‘Colour difference discriminations of young and old observers based on different displays’, in *PROCEEDINGS OF the 29th Quadrennial Session of the CIE*, Washington DC, USA: International Commission on Illumination, CIE, Jun. 2019, pp. 917–922. doi: 10.25039/x46.2019.PO014.
- [80] M. G. Frank and T. Gilovich, ‘The dark side of self- and social perception: Black uniforms and aggression in professional sports.’, *J. Pers. Soc. Psychol.*, vol. 54, no. 1, pp. 74–85, 1988, doi: 10.1037/0022-3514.54.1.74.
- [81] C. P. Biggam, *The Semantics of Colour: A Historical Approach*. Cambridge University Press, 2012.
- [82] L. Yu, S. Westland, and Z. Li, ‘Analysis of experiments to determine individual colour preference’, *Color Res. Appl.*, vol. 46, no. 1, pp. 155–167, Feb. 2021, doi: 10.1002/col.22589.
- [83] A. Sengupta, A. Halder, S. Biswas, S. Saha, and T. Dutta, ‘Impact of Age on Color Choice/Preference’, *Int. J. Sci. Adv.*, vol. 1, no. 2, Sep. 2020, doi: 10.51542/ijscia.v1i2.3.
- [84] C. Taylor, K. Schloss, S. E. Palmer, and A. Franklin, ‘Color preferences in infants and adults are different’, *Psychon. Bull. Rev.*, vol. 20, no. 5, pp. 916–922, Oct. 2013, doi: 10.3758/s13423-013-0411-6.
- [85] M. Rapuano *et al.*, ‘Emotional Reactions to Different Indoor Solutions: The Role of Age’, *Buildings*, vol. 13, no. 7, p. 1737, Jul. 2023, doi: 10.3390/buildings13071737.
- [86] T. W. A. Whitfield and T. J. Wiltshire, ‘Color psychology: A critical review’, *Genet. Soc. Gen. Psychol. Monogr.*, vol. 116, no. 4, pp. 385–411, 1990.
- [87] ‘Parintins Folklore Festival’, wikipedia.org. Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Parintins\\_Folklore\\_Festival](https://en.wikipedia.org/wiki/Parintins_Folklore_Festival)
- [88] ‘The Blue Coke’, The Brazilian Fix. Accessed: Jan. 15, 2024. [Online]. Available: <https://thebrazilianfix.wordpress.com/2017/10/24/primeiro-post-do-blog/>
- [89] J. McWade, Ed., *Before & after how to design cool stuff: design brochures, logos, Web pages, CD covers, newsletters, business cards, fliers, and more!* in *Before&After*. Berkeley, Calif: Peachpit, 2010.

- [90] E. Geslin, L. Jégou, and D. Beaudoin, ‘How Color Properties Can Be Used to Elicit Emotions in Video Games’, *Int. J. Comput. Games Technol.*, vol. 2016, pp. 1–9, 2016, doi: 10.1155/2016/5182768.
- [91] A. Lewandowska, A. Olejnik-Krugly, J. Jankowski, and M. Dziško, ‘Subjective and Objective User Behavior Disparity: Towards Balanced Visual Design and Color Adjustment’, *Sensors*, vol. 21, no. 24, p. 8502, Dec. 2021, doi: 10.3390/s21248502.
- [92] P. Zieliński, ‘An Arousal Effect of Colors Saturation: A Study of Self-Reported Ratings and Electrodermal Responses’, *J. Psychophysiol.*, vol. 30, no. 1, pp. 9–16, Jan. 2016, doi: 10.1027/0269-8803/a000149.
- [93] L. Wilms and D. Oberfeld, ‘Color and emotion: effects of hue, saturation, and brightness’, *Psychol. Res.*, vol. 82, no. 5, pp. 896–914, Sep. 2018, doi: 10.1007/s00426-017-0880-8.
- [94] S. Singh, ‘Impact of color on marketing’, *Manag. Decis.*, vol. 44, no. 6, pp. 783–789, Jul. 2006, doi: 10.1108/00251740610673332.
- [95] K. Steiner and A. Florack, ‘The Influence of Packaging Color on Consumer Perceptions of Healthfulness: A Systematic Review and Theoretical Framework’, *Foods*, vol. 12, no. 21, p. 3911, Oct. 2023, doi: 10.3390/foods12213911.
- [96] S. Kunz, S. Haasova, and A. Florack, ‘Fifty shades of food: The influence of package color saturation on health and taste in consumer judgments’, *Psychol. Mark.*, vol. 37, no. 7, pp. 900–912, Jul. 2020, doi: 10.1002/mar.21317.
- [97] J. A. Mead and R. Richerson, ‘Package color saturation and food healthfulness perceptions’, *J. Bus. Res.*, vol. 82, pp. 10–18, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.jbusres.2017.08.015.
- [98] I. Tijssen, E. H. Zandstra, C. De Graaf, and G. Jager, ‘Why a “light” product package should not be light blue: Effects of package colour on perceived healthiness and attractiveness of sugar- and fat-reduced products’, *Food Qual. Prefer.*, vol. 59, pp. 46–58, Jul. 2017, doi: 10.1016/j.foodqual.2017.01.019.
- [99] L. Lin, Y. Chen, H. Zhu, and J. You, ‘The Effect of Color Saturation of Travel Pictures on Consumer Appeal’, *Sustainability*, vol. 15, no. 19, p. 14503, Oct. 2023, doi: 10.3390/su151914503.
- [100] N. M. Puccinelli, R. Chandrashekar, D. Grewal, and R. Suri, ‘Are Men Seduced by Red? The Effect of Red Versus Black Prices on Price Perceptions’, *J. Retail.*, vol. 89, no. 2, pp. 115–125, Jun. 2013, doi: 10.1016/j.jretai.2013.01.002.
- [101] E. Van Droogenbroeck, L. Van Hove, and S. Cordemans, ‘Do red prices also work online?: An extension of Puccinelli et al. (2013)’, *Color Res. Appl.*, vol. 43, no. 1, pp. 110–113, Feb. 2018, doi: 10.1002/col.22147.
- [102] J. (Chloe) Huang, F. (Katie) Xu, and Y. Jiang, ‘I want to remember: Preference for visual intensity in sentimental purchases’, *Psychol. Mark.*, vol. 40, no. 7, pp. 1361–1371, Jul. 2023, doi: 10.1002/mar.21819.
- [103] F. Yi and J. Kang, ‘Impact of environment color on individual responses in public spaces of shopping malls’, *Color Res. Appl.*, vol. 45, no. 3, pp. 512–526, Jun. 2020, doi: 10.1002/col.22478.
- [104] M. Lombana and G. L. Tonello, ‘Perceptual and emotional effects of light and color in a simulated retail space’, *Color Res. Appl.*, vol. 42, no. 5, pp. 619–630, Oct. 2017, doi: 10.1002/col.22127.



- [105] M. Langford and E. Bilissi, *Langford's Advanced Photography: The guide for aspiring photographers*, 8th ed. Burlington, MA: Focal Press, 2013.
- [106] H.-J. Suk and H. Irtel, 'Emotional response to simple color stimuli', *KANSEI Eng. Int.*, vol. 7, no. 2, pp. 181–188, 2008, doi: 10.5057/kei.7.181.
- [107] M. M. Bradley and P. J. Lang, 'Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential', *J. Behav. Ther. Exp. Psychiatry*, vol. 25, no. 1, pp. 49–59, Mar. 1994, doi: 10.1016/0005-7916(94)90063-9.

## 7. PRILOZI

### 7.1 Popis tablica

- Tablica 1. Shapiro-Wilk test normalnosti distribucije podataka preferencije boja ovisno o spolu
- Tablica 2. Značajnost razlike u preferenciji boja ovisno o spolu
- Tablica 3. Shapiro-Wilk test normalnosti distribucije podataka preferencije boja ovisno o načinu prikaza
- Tablica 4. Značajnost razlike u preferenciji boja ovisno o načinu prikaza
- Tablica 5. Shapiro-Wilk test normalnosti podataka preferencije boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja Sretan - tužan
- Tablica 6. Značajnost razlike u preferenciji boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja Sretan - tužan
- Tablica 7. Dunn Post-Hoc test analize značajnosti razlike u preferenciji boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja Sretan – neutralan - tužan
- Tablica 8. Shapiro- Wilk test normalnosti podataka preferencije boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja uzbuđen - smiren
- Tablica 9. Značajnost razlike u preferenciji boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja uzbuđen – neutralan - smiren
- Tablica 10. Dunn Post-Hoc test analize značajnosti razlike u preferenciji boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja uzbuđen – neutralan - smiren
- Tablica 11. Shapiro-Wilk test normalnosti podataka preferencije boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja uzbuđen - smiren
- Tablica 12. Značajnost razlike u preferenciji boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja nemam kontrolu – neutralan – imam kontrolu
- Tablica 13. Dunn Post-Hoc test analize značajnosti razlike u preferenciji boja ovisno o kategoriji samoprocijenjenog emocionalnog stanja nemam kontrolu – neutralan – imam kontrolu

## 7.2 Popis slika

- Slika 1. Vidljivi dio spektra
- Slika 2. Lom svjetlosti na prizmi
- Slika 3. Duga
- Slika 4. Selektivna i potpuna refleksija i selektivna transmisija bijelog svjetla
- Slika 5. Aditivna sinteza boja
- Slika 6. Suptraktivna sinteza boja
- Slika 7. Munsell sustav boja
- Slika 8. NCS sustav boja
- Slika 9. OSA sustav boja
- Slika 10. DIN kolor sistem (a), DIN kolor karta (b) i DIN sustav boja (c)
- Slika 11. CIE funkcija podudarnosti standardnog promatrača
- Slika 12. CIE standardna rasvjeta
- Slika 13. CIE  $L^*a^*b$  dijagram
- Slika 14. CIE  $L^*u^*v$  dijagram
- Slika 15. Gamut boja RGB i CMYK sustava boja
- Slika 16. Prikaz gamuta (s lijeva na desno): Rec. 709 kod televizora, DCI-P3 kod kina Rec. 2020 kod UHD TV
- Slika 17. Gamut se povećava s vršnom svjetlinom koju uređaj može emitirati
- Slika 18. Prikaz građe ljudskog oka
- Slika 19. Prikaz prolaska svjetla do mrežnice i živčanih impulsa dalje prema mozgu
- Slika 20. Formiranje slike u oku: (a) oko i scena, (b) projekcija scene na retini
- Slika 21. Građa štapića i čunjića
- Slika 22. Prikaz putanje svjetla reflektiranog od objekata do živaca i daljnjeg prijenosa živčanih impulsa
- Slika 23. Prikaz normalnog viđenja boja (a) i tri tipa defektnog viđenja boja: protanopija (b), deuteranopija (c) i tritanopija (d)

- Slika 24. Primjer Ishihara testa za defektno viđenje boja
- Slika 25. Prikaz Coca-Cola limenki u crvenoj i plavoj boji tijekom Folklore Festivala
- Slika 26. Oglašavanje Coca-Cole u prepoznatljivo crvenoj boji
- Slika 27. Oglašavanje Coca-Cole u plavoj boji tijekom
- Slika 28. X-Rite ColorChecker
- Slika 29. Heksadecimalni zapisi testiranih boja
- Slika 30. Self-Assessment-Manikin (SAM)
- Slika 31. Prikaz mreže 6x4 polja i palete ponuđenih boja
- Slika 32. Prikaz pitanja preferencije boja u uzorku
- Slika 33. Prikaz pitanja preferencije boja kada se prikazuje svaka boja zasebno
- Slika 34. Grafički prikaz raspodjele sudionika po spolu
- Slika 35. Grafički prikaz preferencije boje tamna koža ovisno o spolu u Boxplot obliku
- Slika 36. Grafički prikaz preferencije boje svijetla koža ovisno o spolu u Boxplot obliku
- Slika 37. Grafički prikaz preferencije boje plavo nebo ovisno o spolu u Boxplot obliku
- Slika 38. Grafički prikaz preferencije boje plavo nebo ovisno o spolu u obliku linijskog grafa
- Slika 39. Grafički prikaz preferencije boje plavi cvijet ovisno o spolu za boju u Boxplot obliku
- Slika 40. Grafički prikaz prikaz preferencije plavo zelene boje ovisno o spolu u Boxplot obliku
- Slika 41. Grafički prikaz preferencije narančaste boje ovisno o spolu u Boxplot obliku
- Slika 42. Grafički prikaz preferencije narančaste boje ovisno o spolu u obliku linijskog grafa
- Slika 43. Grafički prikaz preferencije umjereno crvene boje ovisno o spolu u Boxplot obliku
- Slika 44. Grafički prikaz preferencije ljubičaste boje ovisno o spolu u Boxplot obliku
- Slika 45. Grafički prikaz preferencije narančasto žute boje ovisno o spolu u Boxplot obliku

- Slika 46. Grafički prikaz preferencije narančasto žute boje ovisno o spolu u obliku linijskog grafa
- Slika 47. Grafički prikaz preferencije plave boje ovisno o spolu u Boxplot obliku
- Slika 48. Grafički prikaz preferencije plave boje ovisno o spolu u obliku linijskog grafa
- Slika 49. Grafički prikaz preferencije zelene boje ovisno o spolu u Boxplot obliku
- Slika 50. Grafički prikaz preferencije magenta boje ovisno o spolu u Boxplot obliku
- Slika 51. Grafički prikaz preferencije bijele boje ovisno o spolu u Boxplot obliku
- Slika 52. Grafički prikaz preferencije boje neutral 8 ovisno o spolu Boxplot obliku
- Slika 53. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod muškaraca od najmanje preferirane do najviše preferirane
- Slika 54. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod žena od najmanje preferirane do najviše preferirane
- Slika 55. Grafički prikaz preferencije plavo zelene boje ovisno o načinu prikaza u Boxplot obliku
- Slika 56. Grafički preferencije plavo zelene boje ovisno o načinu prikaza u obliku linijskog grafa
- Slika 57. Grafički prikaz preferencije crvene boje ovisno o načinu prikaza u Boxplot obliku
- Slika 58. Grafički prikaz preferencije bijele boje ovisno o načinu prikaza u Boxplot obliku
- Slika 59. Grafički prikaz preferencije boje neutral 3.5 ovisno o načinu prikaza u Boxplot obliku
- Slika 60. Grafički preferencije boje neutral 3.5 ovisno o načinu prikaza u obliku linijskog grafa
- Slika 61. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika kojima su boje prikazane u uzroku od najmanje preferirane do najviše preferirane
- Slika 62. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika kojima su boje prikazane zasebno od najmanje preferirane do najviše preferirane
- Slika 63. Grafički prikaz raspodjele sudionika po samoprocijenjenom trenutnom emocionalnom stanju u kategoriji sretan - tužan

- Slika 64. Grafički prikaz preferencije boje plavo nebo ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u Boxplot obliku
- Slika 65. Grafički prikaz preferencije boje plavo nebo ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa
- Slika 66. Grafički prikaz preferencije plavo zelene boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u Boxplot obliku
- Slika 67. Grafički prikaz preferencije plavo zelene boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa
- Slika 68. Grafički prikaz preferencije ljubičasto plave boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u Boxplot obliku
- Slika 69. Grafički prikaz preferencije ljubičasto plave boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa
- Slika 70. Grafički prikaz preferencije plave boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u Boxplot obliku
- Slika 71. Grafički prikaz preferencije plave boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa
- Slika 72. Grafički prikaz preferencije žute boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u Boxplot obliku
- Slika 73. Grafički prikaz preferencije žute boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa
- Slika 74. Grafički prikaz preferencije magenta boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u Boxplot obliku
- Slika 75. Grafički prikaz preferencije magenta boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa
- Slika 76. Grafički prikaz preferencije bijele boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u Boxplot obliku
- Slika 77. Grafički prikaz preferencije bijele boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju sretan – neutralan - tužan u obliku linijskog grafa
- Slika 78. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju sretno od najmanje preferirane do najviše preferirane

- Slika 79. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju niti sretno niti tužno (neutralno) od najmanje preferirane do najviše preferirane
- Slika 80. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju tužno od najmanje preferirane do najviše preferirane
- Slika 81. Grafički prikaz raspodjele sudionika po samoprocijenjenom trenutnom emocionalnom stanju u kategoriji uzbuđen - smiren
- Slika 82. Grafički prikaz preferencije plavo zelene boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju uzbuđen – neutralan - smiren u Boxplot obliku
- Slika 83. Grafički prikaz preferencije plavo zelene boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju uzbuđen – neutralan - smiren u obliku linijskog grafa
- Slika 84. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju uzbuđeno od najmanje preferirane do najviše preferirane
- Slika 85. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju niti uzbuđeno niti smireno (neutralno) od najmanje preferirane do najviše preferirane
- Slika 86. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju smireno od najmanje preferirane do najviše preferirane
- Slika 87. Grafički prikaz raspodjele sudionika po samoprocijenjenom trenutnom emocionalnom stanju u kategoriji nemam kontrolu – imam kontrolu
- Slika 88. Grafički prikaz preferencije bijele boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju nemam kontrolu – neutralan – imam kontrolu u Boxplot obliku
- Slika 89. Grafički prikaz preferencije bijele boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju nemam kontrolu – neutralan – imam kontrolu u obliku linijskog grafa
- Slika 90. Grafički prikaz preferencije neutral 6.5 boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju nemam kontrolu – neutralan – imam kontrolu u Boxplot obliku
- Slika 91. Grafički prikaz preferencije neutral 6.5 boje ovisno o samoprocijenjenom emocionalnom stanju nemam kontrolu – neutralan – imam kontrolu u obliku linijskog grafa

- Slika 92. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju da nemaju kontrolu od najmanje preferirane do najviše preferirane
- Slika 93. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju niti da nemaju kontrolu niti da imaju kontrolu (neutralno) od najmanje preferirane do najviše preferirane
- Slika 94. Grafički prikaz preferencije svih testiranih boja kod sudionika koji su prilikom samoprocijene emocionalnog stanja izjavili kako se osjećaju da imaju kontrolu od najmanje preferirane do najviše preferirane



### 7.3 Popis formula

- (1) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 230
- (2) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 230
- (3) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 230
- (4) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 230
- (5) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 167
- (6) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 231
- (7) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 231
- (8) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 231
- (9) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 231
- (10) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 231
- (11) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 79
- (12) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 79
- (13) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 79
- (14) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 165
- (15) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 165
- (16) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 165

- (17) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 165
- (18) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 166
- (19) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 235
- (20) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 235
- (21) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 235
- (22) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 235
- (23) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 235
- (24) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 235
- (25) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 241
- (26) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 241
- (27) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 241
- (28) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 241
- (29) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (30) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (31) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (32) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (33) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (34) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (35) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246

- (36) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (37) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (38) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (39) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (40) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (41) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (42) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (43) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246
- (44) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 246

## 7.4 Anketni upitnik

Poštovana, poštovani,

Svrha ovog istraživanja je saznati Vaše doživljaje boja za potrebe izrade doktorskog rada.

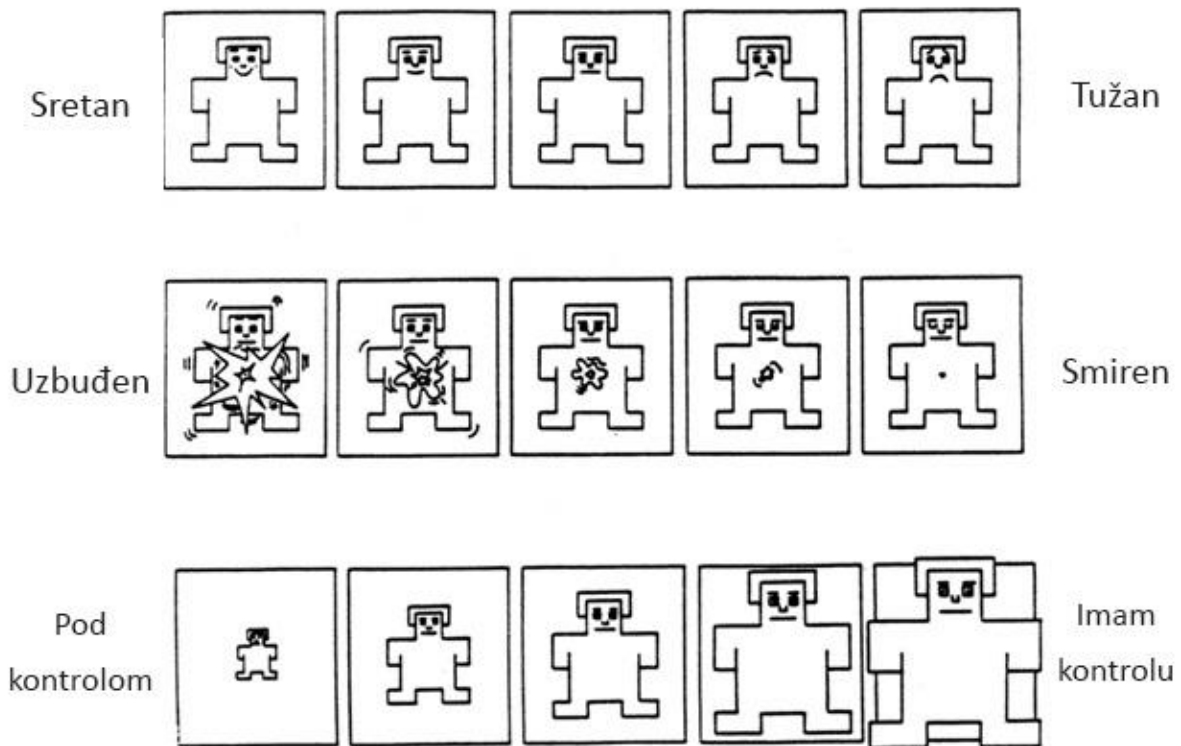
Za Vaše sudjelovanje u ovom istraživanju potreban je Vaš dobrovoljni pristanak, koji možete povući u bilo kojem trenutku. Nalazi ovog istraživanja ne sadrže i ne povezuju se s vašim osobnim podacima.

Detaljno o Vašim pravima zaštite i upotrebe osobnih podataka možete pogledati na donjim poveznicama:

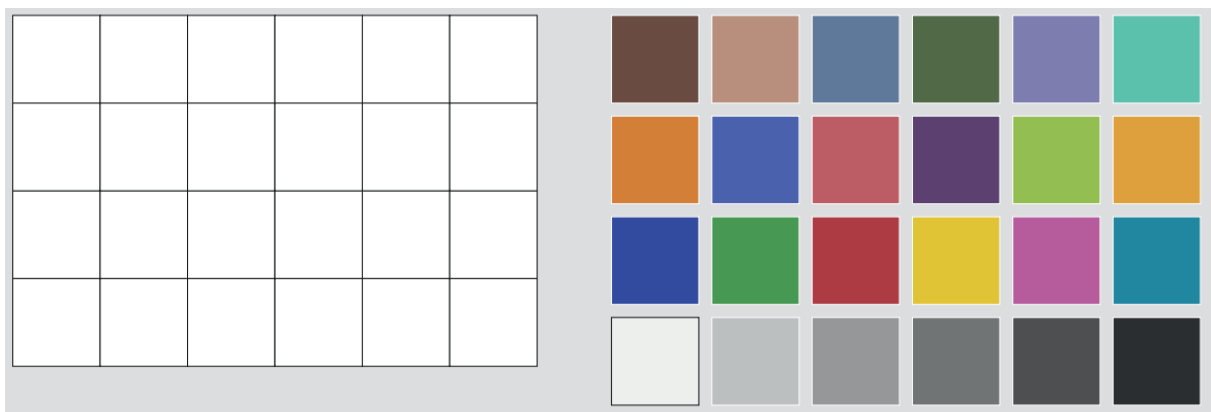
[Prava sudionika istraživanja](#)

[Politika zaštite privatnosti članova IPSOS Online Panela](#)

- a) Pristajem nastaviti sa istraživanjem
  - b) Ne pristajem sudjelovati u ovom istraživanju
2. Koliko Vam je godina?
  3. Trenutna županija stanovanja: (PADAJUĆI IZBORNIK)
  4. Trenutno mjesto stanovanja: (PADAJUĆI IZBORNIK)
  5. Molimo Vas procijenite vaše trenutno emocionalno stanje koristeći se dolje ponuđenim sličicama, na način da povlačite klizni pokazivač (slider) koji se nalazi ispod sličica. Pokazivač možete postaviti ispod određene sličice, ili na prostor između dvije sličice.



6. Molimo Vas da po vlastitom izboru boje koje se nalaze na desnoj strani ekrana posložite unutar rešetkastog uzorka na lijevoj strani ekrana. Trebate uzeti koju god boju želite i prenijeti ju na koje god polje želite unutar lijevog uzorka. Nastavite dok ne popunite sva mjesta na lijevoj strani i ne ostane vam više nijedna boja na desnoj strani.



7a) Molimo Vas da odaberete jednu po jednu boju iz donjeg uzorka te za svaku od njih označite koliko Vam se ta boja sviđa ili ne sviđa. Boju birate tako da kliknete na nju.

Molimo Vas da odaberete jednu po jednu boju iz donjeg uzorka te za svaku od njih označite koliko Vam se ta boja sviđa ili ne sviđa. Boju birate tako da kliknete na nju



- Izrazito mi se sviđa
- Donekle mi se sviđa
- Niti mi se sviđa niti ne sviđa
- Donekle mi se ne sviđa
- Izrazito mi se ne sviđa

7b) Molimo Vas da označite koliko Vam se sviđa ili ne sviđa dolje prikazana boja:

Molimo Vas da označite koliko Vam se sviđa ili ne sviđa dolje prikazana boja:



- Izrazito mi se sviđa
- Donekle mi se sviđa
- Niti mi se sviđa niti ne sviđa
- Donekle mi se ne sviđa
- Izrazito mi se ne sviđa

## **8. ŽIVOTOPIS**

Željko Bosančić rođen je 12. svibnja 1990. godine u Splitu. Godine 2009. je završio Graditeljsku, obrtničku i grafičku školu u Splitu i upisao studij na Sveučilištu u Zagrebu Grafičkom fakultetu gdje je diplomirao 2016. godine te stekao akademski naziv magistar inženjer grafičke tehnologije. Iste godine, također na Sveučilištu u Zagrebu Grafičkom fakultetu upisuje poslijediplomski studij „Grafičko inženjerstvo i oblikovanje grafičkih proizvoda“.

Od 2005. godine radi u Ipsos d.o.o., na početku preko učeničkog ugovora, pa preko studentskog ugovora, gdje je kontinuirano napredovao, te se potom po završetku studija zapošljava na radno mjesto „Web dizajner“. Od 2017. godine zaposlen je na Sveučilištu u Zagrebu Grafičkom fakultetu, prvo kao asistent na Katedri za računarsku grafiku i multimedijske sustave, a trenutno na Katedri za grafički dizajn i slikovne informacije.

Aktivni je sudionik na znanstvenim i stručnim skupovima, a znanstveni i profesionalni interesi su područje fotografije kao nositelja informacija, grafičke komunikacije i njihov psihološki utjecaj na korisnike.

## 8.1 Popis objavljenih radova

### Prilog u časopisu:

#### Izvorni znanstveni rad

1. Ivan Budimir, Mile Matijević, Željko Bosančić, Teo Žeželj

Regression approach in the evaluation of White's effect magnitude in comparison to lightness // Technical Journal, 18 (2024), 2; 191-198. doi: 10.31803/tg-20230615195915

### Prilog sa skupa:

1. Bosančić, Željko; Žeželj, Teo; Mikota, Miroslav; Lazić, Ladsalav

The influence of background color change on the average color change in biometric portrait photography. // MATRIB 2017 Materials, tribology, recycling / Šolić, Sanja (ur.).

Koprivnica: University North/Sveučilište Sjever, 2017. str. 19-23 (predavanje, ostalo)

2. Ježić, Trpimir; Bosančić, Željko; Hackenberger, Anna Maria K.

Proširenje mogućnosti pristupačnosti, responzivnosti i interaktivnosti web stranica putem varijabilnih fontova // 22. Međunarodna konferencija tiskarstva, dizajna i grafičkih komunikacija Blaž Baromić 2018. / Mikota, Miroslav (ur.) / Zagreb, Hrvatsko društvo grafičara / str. 33 (predavanje, sažetak, znanstveni)

3. Ptiček, Petra; Bosančić, Željko; Mikota Miroslav

Digitalizacija osjetljive tiskane građe fotografskim aparatom // Printing & Design 2018 / Gršić Žiljak, Jana (ur.) / 2018. str. 31 (predavanje, sažetak, znanstveni)

4. Pavlović, Ivana; Bogdanović, Siniša; Bosančić, Željko

Simulacija primjene obojenih filtera za crno- bijelu fotografiju // 18. Međunarodna konferencija tiskarstva, dizajna i grafičkih komunikacija Blaž Baromić 2014. / Mikota, Miroslav (ur.) / Zagreb, Hrvatsko društvo grafičara / str. 318 – 327 (predavanje, izvorni znanstveni)