

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

KORALJKA DE CARINA

STANDARDIZACIJA BOJA U MODNOJ  
INDUSTRIJI KOLORIMETRIJSKIM  
METODAMA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.



Sveučilište u Zagrebu  
Grafčki fakultet

KORALJKA DE CARINA

STANDARDIZACIJA BOJA U MODNOJ  
INDUSTRIJI KOLORIMETRIJSKIM  
METODAMA

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. Ante Poljičak

Student:

Koraljka de Carina

Zagreb, 2016.

Rješenje o odobrenju teme diplomskog rada

*Zahvaljujem svom ocu koji me je naučio da se upornošću i postojanim radom može mnogo postići. Zahvaljujem i profesoru Poljičku na njegovim riječima ohrabrenja tokom pisanja ovog rada.*

## SAŽETAK

U radu će se opisati i ispitati komercijalna metoda za preporuku odgovarajuće palete boja prema četiri godišnja doba koje se koriste pri odabiru odjeće za osobne potrebe i određuju se na temelju uzoraka boja koje se prislone uz lice kako bi se odredilo kojoj paleti korisnik pripada. Nakon testiranja, korisnik dobiva personaliziranu paletu boja za upotrebu pri kupovini odjeće. Ove četiri palete boja, razvijene u SAD će se ispitati kako bi se utvrdilo postoji li neki kolorimetrijski odnos između paleta. Na taj bi se način potvrdilo da navedena komercijalna metoda ima uporište u kolorimetriji. U radu će se uz pomoć kolorimetrijskog ispitivanja i obradom dobivenih rezultata razmatrati koliko su boje unutar paleta usklađene. Koristeći spektrofotometar i CIE L\*a\*b\* prostor boja unutar svake od četiri industrijske palete boja odredit će se ton, zasićenje i svjetlina, te pomoću interklasne korelacije utvrditi postoji li između paleta boja za pojedini parametar (ton, zasićenje, svjetlina) statistički značajna korelacija.

**KLJUČNE RIJEČI:** četiri palete boja, CIE L\*a\*b\* sustav boja, ton, zasićenje, svjetlina

## **ABSTRACT**

This thesis will describe the existing commercial method for finding a combination of colors based on the four seasons for client's personal use. The colors are determined using a testing method by which a colored sample is placed near the face to determine the client's color palette. After the testing, the client is given a swatch of colors in the proper season to use for clothes shopping. The four color swatches developed in the US will be tested to determine if there is any colorimetric relationship between them. In this thesis the author will test the colors in each swatch to determine if the swatches have any colorimetric relevance between them. Using the spectrophotometer and CIE L\*a\*b\* color system the author will measure hue, chroma and lightness between the four color swatches and with the statistical method of interclass correlation determine if there is a statistically significant correlation between the swatches based on hue, chroma and lightness.

**KEY WORDS:** four color swatches, CIE L\*a\*b\* color system, hue, chroma, lightness

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 Cilj rad i hipoteza .....	3
1.2 Idejna zamisao, izbor i formulacija modela .....	4
<b>2. TEORIJSKI DIO - TEORIJA BOJA U MODNOJ INDUSTRIJI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Određivanje palete boja prema metodi Carole Jackson .....	5
2.2 Određivanje palete boja prema metodi Davida Zyla.....	11
2.3 Određivanje hladnih i toplih paleta boja .....	12
2.4 Određivanje paleta boja prema autorima Henderson i Henshow.....	12
2.5 Određivanje paleta boja prema autorici Irene Riter .....	13
2.6 Određivanje paleta boja prema autorici JoAnne Richmond .....	14
2.7 Istraživanje Gabrijele Fužir Bauer .....	15
2.8 Istraživanja Johanessa Ittena .....	16
2.9 Slavne osobe u svojoj paleti i izvan palete boja prema Carole Jackson .....	19
<b>3. PSIHOLOGIJA BOJA .....</b>	<b>27</b>
3.1 Značenje crne boje .....	27
3.2 Značenje bijele boje .....	28
3.3 Značenje crvene boje.....	29
3.4 Značenje purpurne i ljubičaste boje .....	29
3.5 Značenje plave boje.....	30
3.6 Značenje zelene boje .....	31
3.7 Značenje žute boje.....	31
3.8 Značenje ružičaste boje .....	32
<b>4. KOLORIMetriJA.....</b>	<b>33</b>
4.1 O kolorimetriji.....	33
4.2 HSB I HSL modeli boja .....	36
4.3 CIE L*a*b*model boja .....	37
4.4 CIE L*C*h <sup>0</sup> model boja .....	39
<b>5. STATISTIČKA METODA INTERKLASNE KORELACIJE .....</b>	<b>41</b>
<b>6. EKSPERIMENTALNI DIO - PLAN RADA, METODE, MATERIJALI, UREĐAJI I REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>42</b>
6.1 Plan rada i metode .....	42

6.2	Korišteni materijali - skenirane 4 palete i reproducirane 4 palete .....	43
6.3	Korišteni uređaji i softver.....	50
6.4	Rezultati istraživanja - interklasna korelacija, dijagrami 4 palete, gamuti .....	51
<b>7.</b>	<b>DISKUSIJA REZULTATA.....</b>	<b>56</b>
<b>8.</b>	<b>ZAKLJUČAK .....</b>	<b>58</b>
<b>9.</b>	<b>LITERATURA.....</b>	<b>60</b>
	<b>DODACI.....</b>	<b>65</b>
A	Popis slika .....	65
B	Popis tablica .....	67
C	Popis jednažbi .....	68



## 1. UVOD

Boja je dio svakodnevice, te ona neminovno utječe na živote ljudi svuda na Zemlji. U ovom radu razmatrat će se kako boja utječe na odijevanje i odabir odjeće. Diskutirat će se komercijalizirani modeli savjetovanja odabira boja u modnoj industriji koji su razvijeni početkom 80tih godina počevši od modela Carole Jackson, modela Kathryn Kalisz i mnoštva drugih u nizu. Postojeće palete boja za odabir odjeće rađene su u Sjedinjenim Državama i razvile su se na temelju boje kože, očiju i prirodne boje kose. Palete na osnovi tih parametara predstavljaju boje koje ispitivanoj osobi najbolje pristaju. Uzorci unutar paleta se baziraju na bojama koje nalazimo u prirodi u četiri različita godišnja doba.

U eksperimentalnom dijelu rada će se uz pomoć kolorimetrije ispitati koliko su boje unutar palete usklađene. Pomoću spektrofotometra i CIE  $L^*a^*b^*$  prostora boja odredit će se ton, zasićenje i svjetlina unutar paleta boja i statističkom metodom interklasne korelacije odredit će se postoji li između paleta za navedene parametre boja statistički značajna korelacija.

Prvi ovakav model razvijen je 80'tih godina u Sjedinjenim Državama i objavljen u knjizi Carole Jackson pod imenom *Color me Beautiful* [1]. Jackson opisuje da osoba s blijedom bojom kože, izrazito crnom kosom i tamno smeđim očima dobro izgleda u crnoj boji i pravoj bijeloj boji, kao i pastelnim hladnim bojama. Osobi s maslinastim tenom, toplom smeđom kosom i smeđe zelenim očima dobro pristaju boje jeseni kakve nalazimo u prirodi kada opada lišće. Osobama nešto crvenijeg lica i blijedo smeđe boje kose koja naginje na hladni plavičasti ton, kao i prirodnim plavušama koje u svom odsjaju plave kose posjeduju hladni prizvuk i plavi ton kao i jasno plave oči najbolje pristaju boje ljeta kao što su razne nijanse plave boje koje nalazimo u modrom nebu i moru. Osobama s pepeljasto smeđom bojom kose, neodređeno plavo zelenim očima i nježno ružičastim tenom s toplim prizvucima pristaju boje proljeća. Ovim osobama pristaju različite nijanse trava zelene boje. Razlog tome je što u prirodi tada sve cvjeta i zelena boja prevladava.

Kasnije su se tokom godina razvili različiti modeli paleta boja za odijevanje, a jedan od njih je i paleta uzoraka boja razvijena od strane Kathryn Kalisz koja objašnjava svoj

model uzoraka boja na bazi četiri godišnja doba i boje očiju, kože i kose u knjizi *Understanding Your Color: A Guide to Personal Color Analysis* [2]. Modeli uzoraka boja koje je razvila Kathryn Kalisz više su personalizirani premda se baziraju na istoj ideji koju je razvila Carole Jackson. Kalisz je razvila podgrupe 4 modela na temelju godišnjih doba, tako da umjesto 4 uzoraka boja postoji 12 uzoraka boja. Samime time dozvoljene su varijacije unutar paleta. Ustanovilo se da je izazovno osobe u potpunosti svrstati u jedno od četiri godišnja doba jer postoji preveliki broj varijacija u karakteristikama boje očiju, kože i kose među ljudima. Tako su se za ljeto razvile varijacije engl. *light, true, soft*, za proljeće varijacije engl. *bright, true, light*, za jesen varijacije engl. *soft, true, dark* i za zimu varijacije engl. *dark, true, bright* [2].



Slika 1. Uzorak boja za osobu palete ljeto varijacije „light” koje je razvila Kathryn Kalisz [2]

## 1.1 Cilj rad i hipoteza

Komercijalni modeli paleta boja za odijevanje razvijeni za kupovinu odjeće kao i brojne knjige ove tematike baziraju se na procjeni odnosa osobnih fizičkih karakteristika klijenta i pripadanju određenoj paleti boja. Kako bi se znanstveno utvrdila korelacija između četiri grupe paleta boja koje su predložili proizvođači i utvrdilo da li su proizvođačevi prijedlozi u industrijskom modelu paleta boja utemeljeni, kolorimetrijskim ispitivanjem istražiti će se postoji li statistički značajna korelacija između četiri palete. Cilj istraživanja je utvrditi postoji li veza među bojama unutar svake pojedine palete. Također, provjerit će se postoji li usklađenost boja između paleta.

Ispitat će se hipoteze:

1. da postoji veza između boja unutar paleta metodom interklasne korelacije
2. da postoji veza između tona, zasićenja, svjetline i zastupljenosti žute i plave, te crvene i zelene boje među paletama.

## 1.2 Idejna zamisao, izbor i formulacija modela

Kod komercijalnih metoda otiskivanja paleta boja za odijevanje postoje brojni problemi. Neki od problema su: različita boja otiska na paletama boja za odabir boje odjeće, i na obojanim platnenim maramama uz pomoću kojih se vrši analiza da se ustanovi kojoj paleti boja osoba pripada kao što navodi metoda Kathryn Kalisz [2]. Iako se u radu neće diskutirati o mogućnostima smanjivanja ovakvih problema, vršit će se spektrofotometrijska mjerenja pomoću kojih će se odrediti ton, zasićenje i svjetlina u CIE  $L^*a^*b^*$  prostoru boja za svaku od četiri različite palete boja. Nakon izmjerenih CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednosti, četiri različite palete boja otisnut će se na uzorke papira. Zatim, statističkom obradom, korištenjem interklasne korelacije analizirat će se dobivena mjerenja za svaku pojedinu paletu boja kojom će se potvrditi ili opovrgnuti tvrdnja da boje unutar pojedine palete posjeduju neke zajedničke karakteristike. Mjerenja će biti provedena na spektrofotometru. Dobiveni rezultati će se obraditi i prikazati u obliku grafičkih prikaza.

## 2. TEORIJSKI DIO - TEORIJA BOJA U MODNOJ INDUSTRIJI

### 2.1 Određivanje palete boja prema metodi Carole Jackson

Kao što je priroda podijeljena u četiri godišnja doba s jedinstvenim i harmoničnim bojama tako svaka osoba ima specifičnu, genetski određenu boju kose, kože i očiju koja se dobro uklapa u jednu od paleta godišnjih doba [1]. U paletu jesen pripadaju osobe koje zrače toplim i zlatnim nijansama nalik na raznobojne listove koji se susreću u listopadu. Osobama iz palete proljeća pristaju boje cvijeća koje cvjeta u jasnim nježnim bojama s toplim žutim nijansama kao i bojama prvih zelenih listova koji prolistaju u proljeće. Klijentima koji se klasificiraju u paletu zima najbolje odgovaraju boje koje svjetlucaju u živim, jasnim osnovnim tonovima i hladnim, ledenim tonovima poput pahuljica snijega zimi. U paletu ljeto pripadaju osobe koje dobro izgledaju u pastelnim bojama koje se mogu susresti u mjesecu lipnju i bojama mora i neba s hladnim plavim tonovima. Kroz godine života osoba mijenja svoje fizičke karakteristike, ali ipak boja kože, kose i očiju ostaje karakteristična. Sijeda kosa ili preplanula boja kože lica na neki način mijenjaju klijenta, ali na određenoj osobi uvijek će biti najbolje iste boje bez obzira na ovakve promjene [1].

Kako bi osoba saznala kojoj paleti boja pripada moguće je izvršiti analizu boja putem osobne konzultacije. Klijenti se na konzultaciji obavijaju tkaninama u bojama godišnjeg doba za koji se smatra da pripadaju. U svrhu kontrasta i eliminacije određene palete, dodaju se i pogrešne boje radi usporedbe i ilustracije. Na kraju se osobi daje paket uzoraka boja u odgovarajućoj paleti koja služi kao vodič prilikom kupovine odjeće [1].

Carole Jackson ističe kako je prvi korak pri traženju kojoj paleti boja osoba pripada samoprocjena i odgovaranje na nekoliko pitanja poput da li je moguće obući bilo koju boju i izgledati sjajno, da li osoba uvijek stvara dobar prvi dojam, da li osoba posjeduje pun ormar odjeće, ali za određene prilike nema što obući, da li u ormaru ispitivane osobe postoje odjevni predmeti koji se nikad ne odjenu i slično [1].

Prije nego se pristupi testu određivanja paleta boja potrebno je napomenuti da se palete četiri godišnja doba dijele na tople i hladne. Paleta zima sadrži boje koje za osnovu imaju plavu kao i čiste boje koje su u ravnoteži između žute i plave te crne i bijele. U paleti boje ljeta zastupljeni su plavi, ružičasti i sivi tonovi. Zbog navedenih tonova

palette zima i ljeto su hladne. Paleta boje jeseni bazira se na zlatnim tonovima dok paleta proljeće ima jasne, žute prizvuke. Tako su palette jeseni i proljeća tople. Sukladno tome svaka osoba ima svoju genetski određenu boju kože, kose i očiju koje su u skladu ili s jednom od hladnih paleta jer na osobi prevladavaju plavičasti tonovi ili je određena osoba u skladu s jednom od toplih paleta jer u njezinu koloritu prevladavaju zlatni tonovi [1].

Kada se prouče karakteristike svake palette treba se posebno obratiti pažnja na razlike u bež, plavim, zelenim i crvenim bojama između paleta. Tako paleta proljeća ima čisto žuto zelene boje dok paleta jeseni sadrži i žuto zelene i zemljano zelene boje. Zelene boje su u paleti zime hladne dok paleta ljeta sadrži samo plavozelene boje. U paleti ljeta i zime zastupljene su plavo crvene boje koje su hladne dok u paleti proljeća i jeseni prevladavaju narančasto crvene tople boje. Primjetno je i da ružičaste boje proljeća sadrže žutu boju dok palette ljeta sadrže plavo ružičastu boju. U paleti zima su boje žive ili ledene [1].

Primjetno je i da iz pojedinih paleta boja nedostaje nekoliko boja te da su neke boje jedinstvene samo za jednu paletu. Tako boje zime jedine imaju crnu i snježno bijelu boju, a ne sadrže smeđu ili narančastu boju. Boje jeseni sadrže vrlo tamnu smeđu, ali ne i tamno plavu, ružičastu ili sivu. Boje ljeta ne sadrže narančastu dok boje proljeća imaju pomalo od svake boje osim čiste crne i čiste bijele boje [1].

Valja zapaziti da se palette razlikuju i u pogledu intenziteta. Iako su palette zima i ljeto hladne palette, dubina njihovih boja poprilično varira. Takva varijacija u dubini boja primjetna je i kod paleta jeseni i proljeća. Boje zime su čiste, žive i hladne dok boje ljeta mogu biti čiste, prigušene i manjeg intenziteta. Paleta zime sadrži kraljevsko purpurno, paleta ljeta sadrži šljiva plavo i prigušeno purpurno. Zapaža se i razlika u intenzitetu plavih, ružičastih, zelenih i žutih boja. Značajne su razlike i u modelima osoba za paletu zime i ljeta. Kolorit osobe koja pripada paleti zime je jači, s većim kontrastom u koži, kosi i očima. Osobe koje pripadaju paleti ljeta imaju mekši, manje intenzivan kolorit, dok je paleta jeseni jaka te sadrži žive i prigušene boje. Za razliku od ostalih paleta, paleta proljeća sadrži samo jasne boje koje variraju od svijetlih i nježnih do intenzivnih, ali boje iz palette proljeća nikada nisu prigušene ili vrlo tamne. Značajna je i razlika u zlatnim, smeđim, zelenim, bež i narančastim bojama kod paleta proljeća i jeseni. Tako

su osobe s vrlo tamnom kosom i očima iz palete jeseni vrlo različite od osoba s delikatnim koloritom iz palete proljeća [1].

Kad se promatraju palete boja četiri godišnja doba postoje sličnosti među bojama pa naoko izgleda kako osoba može „posuditi” određene boje iz druge palete. Međutim Carole Jackson ne preporuča ovakav pristup. Prije svega svaka osoba u svojim bojama izgleda najbolje. Također svaka paleta je pažljivo uređena tako da omogući garderobu koja se dobro slaže i koja se sastoji od kompatibilnih tonova. Tako ako osoba „posuđuje” boje iz drugih paleta, boje u garderobi se neće uklapati kako je to zamišljeno prema ovom komercijalnom modelu. Međutim Jackson napominje da svaka osoba može nositi skoro svaku boju, ali je bitna nijansa i intenzitet te boje [1].

Palete boja iz četiri godišnja doba sastavljene su tako da pružaju raznolikost za svaku odjevnu priliku i godišnja doba. Neke boje su više prikladne za zimsku odjeću, a druge za ljetnu odjeću. Također neke su boje prikladne za svečane prilike, te postoje neutralne boje koje su prikladne za kapute, cipele i slično [1].

Carole Jackson ističe kako je svaka osoba sklona određenim bojama. Tako mala djeca prije nego roditelji izvrše utjecaj na njih odabiru boje koje im odgovaraju. Jedna je klijentica dovela svoju četverogodišnju kćer na analizu boja jer se zabrinula što njezina kćer odabire crnu odjeću. Ispostavilo se da djevojčica pripada paleti zima i crna je bila boja iz njezine palete. U kasnijoj dobi žene su pod utjecajem mode koja reklamira boje koje želi prodati, a koje možda nisu u skladu s paletom boja određene osobe. Međutim usprkos tome Carole Jackson ističe kako većina žena otkrije ili intuitivno zna koje im boje dobro pristaju. To su obično boje omiljenog odjevnog predmeta ili one boje u kojima se osoba jako dobro osjeća. Tako da postoji dobra šansa da je dio odjeće koje osoba posjeduje već u paleti boja koja je prikladna [1].

Prvi korak u određivanju odgovarajuće palete boja za klijenta je otkriti ključne boje koje je osoba stalno nosila do sada i u kojima se dobro osjeća. Drugi korak je procjena kolorita kože, kose i očiju klijenta. Ova dva koraka omogućuju da se najbolje odredi paleta boja prema godišnjim dobima u koju klijent pripada. Treći opcionalni korak je da se osoba vidi u test bojama, uključujući i boju šminke onako kako se to čini na analizi u

studiju za otkrivanje kojoj paleti boja osoba pripada. To je obično potrebno raditi u grupi jer je ljudima teško sebe objektivno promotriti [1].

Kako bi se uspješno odradio prvi korak potrebno je iz tablice 1. izabrati grupu boja koja osobi najbolje pristaje. Kao što je profesor Johannes Itten iz Bauhaus škole u Njemačkoj dokazao sa svojim studentima slikarstva da studenti intuitivno znaju svoje subjektivne boje kojima stvaraju svoju slikarsku paletu, a koje im ujedno i dobro pristaju na osnovi njihove individualnosti tj. kolorita kože, kose i očiju [3], tako je isto moguće, tvrdi Carole Jackson, da osoba intuitivno zna izgleda li bolje u toplim ili hladnim bojama [1]. Jackson napominje kako ne treba zasnivati svoju odluku o bojama na osnovi odjeće koja se trenutno nalazi u ormaru klijenta. Te boje mogu biti ispravne, ali mogu i proizaći iz modnog trenda ili hira koji nije nužno u skladu s paletama četiri godišnja doba. Dobar pokazatelj su boje koje su drugi primjećivali da osobi dobro pristaju i davali im komplimente. Promatrajući svaki stupac u tablici 1. valja razmotriti da li sve boje iz tog stupca izgledaju podjednako dobro za pojedinog klijenta. Treba postaviti pitanje koja je grupa najbolja. Kada se odredi odgovarajuća paleta boja treba krenuti na drugu fazu [1].

Tablica 1. Boje za palete četiri godišnja doba za samoprocjenu [1]

<b>HLADNE</b>		<b>TOPLE</b>	
<b>ZIMA</b>	<b>LJETO</b>	<b>JESEN</b>	<b>PROLJEĆE</b>
tamno plava	nježno plava	tamno smeđa	zlatno smeđa
crna	ružičasto smeđa	deva smeđa	deva smeđa
bijela	tamno plava	krem	breskva ružičasta
crvena	rumeno ružičasta	narančasta	boja breskve
kričavo ružičasta	boja lavande	zlatna	koraljno crvena
siva	plava boja šljive	mahovina zelena	zlatno žuta

U drugoj fazi potrebno je dobro se pogledati u ogledalu na prirodnoj dnevnoj svjetlosti. Treba pogledati boju kože, kose i očiju bez šminke. Ako osoba boja kosu treba se prisjetiti svoje prirodne boje [1].

Ton koji ima koža klijenta važan je faktor za određivanje palete boje. Ton kože nastaje iz tri pigmenta: melanina koji je smečkast, karotina koji je žućkast i hemoglobina koji je crvenkast. Određena kombinacija ta tri pigmenta daje osobi jedinstvenu boju tena. S obzirom da koža djeluje kao tanak filter, ton ispod površine kože određuje da li je



kolorit osobe topao ili hladan. Ton kože je kod nekih ljudi lako uočljiv, a kod drugih je više istančan. Od pomoći kod određivanja da li osoba pripada toploj ili hladnoj paleti može biti ako se uzme list bijelog papira i stavi se ispod članka i šake klijenta za usporedbu. Na taj način se bolje vidi da li je koža osobe plavičasta, žućkasto zlatna, da li ima pjege, da li su pjege ugljeno smeđe i pripadaju hladnom koloritu ili da li je koža zlatno smeđa i pripada toplom koloritu [1].

Tablica 2. Karakteristike kose, kože i očiju klijenata iz četiri palete za samoprocjenu [1]

<b>KARAKTERISTIKE</b>			
<b>ZIMA - KOŽA</b>	<b>LJETO - KOŽA</b>	<b>JESEN - KOŽA</b>	<b>PROLJEĆE - KOŽA</b>
vrlo bijela	blijedo krem s nježno ružičastim obrazima	ten boje slonovače	ten boje slonovače
bijela sa roza tonom	blijedo krem	boja slonovače s pjegama i crvenom kosom	boja slonovače s blijedim zlatnim pjegama
maslinasta s ugljeno smeđim pjegama	vrlo ružičasta rumena	zlatno krem boja bakreno krem	boja breskve zlatno krem
crna s plavim tonom		zlatno crna ten boje breskve	rumeni obrazi
<b>ZIMA - KOSA</b>	<b>LJETO - KOSA</b>	<b>JESEN - KOSA</b>	<b>PROLJEĆE - KOSA</b>
plavičasto crna srednje smeđa	platina plava pepeljasto plava	crvena bakreno crveno smeđa	zlatno plava plava, crvenkasto siva
tamno smeđa - sivi ton	mišje plava - sivo plavi prizvuk	kestenjasto smeđa	obično s pjegama crvena
prosijeda	mišje smeđa - sivo plavi prizvuk	zlatno smeđa	kestenjasta
srebrnkasto siva	tamno smeđa s sivim tonom	zlatno plava	zlatno smeđa
srebrnkasto plava bijela	plavo siva	ugljeno crna zlatno siva	crveno crna zlatno siva
<b>ZIMA - OČI</b>	<b>LJETO - OČI</b>	<b>JESEN - OČI</b>	<b>PROLJEĆE - OČI</b>
tamno crveno smeđe	plave sa smeđom bojom oko zjenice, sivi obrub	tamno smeđe	plave s bijelim - izdaleka izgledaju kao čelično sive
tamno smeđe	sivo plave	zlatno smeđe	jasno plave - mogu imati smeđe točkice
sivo smeđe miješano sa zelenim i plavim	sivo zelene		jasno zelene - mogu imati zlatne točkice
sivo plave	blijedo sive	boje lješnjaka s mješavinom zlatno smeđe ili zlatno zelene	vodeno plave
plave s bijelim pjegama u zjenici - mogu imati sivi obrub	plave s bijelim pjegama - mogu imati sivi obrub	zelene sa smeđim ili zlatnim točkicama	svijetlo plave s tirkiz nijansom
tamno plave	zelene s bijelim pjegama - mogu imati sivi obrub	blijedo jasno zelene	svijetle zlatno smeđe
sivo zelene	boja lješnjaka s kombinacijom plavo smeđe ili zeleno smeđe	plave s određenim vodeno plavim ili tirkiz tonom	
zelene s bijelim pjegama u zjenici - sivi obrub	svjetlo jasno plave		
	čisto blijedo plave		

Ako osoba nije sigurna kakav joj je ton kože, treba pogledati u ogledalo kožu cijelog tijela osobito dijelova koji nisu potamnili na suncu. Može se usporediti boja kože s nekom drugom osobom primjerice sa supružnikom ili djecom jer tako lakše dolaze do izražaja razlike u tonovima kože posebice ako jedan od partnera ima topao, a drugi hladan kolorit pa se može bolje uočiti razlika. Tablica 2. daje pregled karakteristika boje očiju, kose i kože. Kada se radi osobna analiza potrebno je vidjeti da li opis kose, kože i očiju odgovara paleti koju je osoba izabrala u prvoj fazi [1].

## 2.2 Određivanje paleta boja prema metodi Davida Zyla

U knjizi *Color your style*, autora Davida Zyle opisuje se jedna od metoda određivanja kojoj paleti boja za odijevanje osoba pripada [4]. Autor ne navodi ilustracije paleta boja već samo nudi opisna rješenja. Zyla opisuje kako je potrebno odrediti pet skupina boja koje odgovaraju osobi. Treba se odrediti osnovna boja, romantična boja, dramatična boja, energična boja i smirujuća boja. Osnovna boja naglašava harmoniju tonova boje kože na korisniku i naglašava suštinsku bit osobnosti tog pojedinca. Ta je osnovna boja korisnikova verzija bijele boje. Romantična boja se određuje iz tonova korisnikove kože kada pocrveni u licu. Ova boja predstavljaju korisnikovu verziju crvene boje.

Dramatična boja za osobu određuje se prema nijansi boja njihovih vena. Ova boja označava moć i karizmu osobe i to je korisnikova verzija plave boje. Energična boja određuje se iz najtamnije boje šarenice oka klijenta (ne kruga oko šarenice). Ova boja pomaže osobi da povрати svoju energiju i harmoniju. Smirujuća boja određuje se iz najsvjetlije nijanse boje šarenice oka. Ova boja osobi pomaže da se opusti [4].

Nakon što se odredi pet skupina boja, potrebno je još odrediti tri različite neutralne boje. Prva neutralna boja predstavlja korisnikovu verziju crne boje, druga neutralna boja predstavlja korisnikovu verziju tople neutralne boje, a to je verzija smeđe boje. Treću neutralnu boju predstavlja krem boja. Za mnoge korisnike ove neutralne boje izgledaju personalizirano ovisno kojem godišnjem dobu klijenti pripadaju. Za korisnike koji pripadaju godišnjem dobu zime ove boje će zaista biti crna, bijela i krem. Za ostala tri godišnja doba crna boja će biti slična plavo crnoj boji neba u ponoć, za neke korisnike to će biti boja patlidžana, a za drugog korisnika crna će biti slična ugljen sivoj boji. Smeđa boja za neke korisnike bit će slična zlatno smeđoj boji, za druge vojničko zelenoj boji, a za treće smeđe sivoj boji. Treća neutralna skupina krem boja za neke će korisnike

biti ružičasto bež, za neke srebrnkasto krem, a za druge korisnike to će biti bež boja s prizvukom lavande [4].

Kako bi se ustanovile tri neutralne boje za korisnika potrebno je za prvu neutralnu boju ili korisnikovu verziju crne boje odrediti koja je boja prstena oko šarenice korisnikovog oka. Druga neutralna boja pronade se tako da se odredi najtamnija nijansa pramena kose. Ta boja predstavlja korisnikovu smeđu boju. Treća neutralna boja određuje se prema najsvjetlijoj nijansi smeđe boje pramena kose klijenta i predstavlja korisnikovu verziju krem boje. Ako korisnik boja kosu tonovi pramenova kose mogu se promatrati s unutrašnje strane kose. Uz pomoć pet skupina boja i tri neutralne boje moguće je odrediti kojoj paleti boja korisnik pripada [4].

### 2.3 Određivanje hladnih i toplih paleta boja

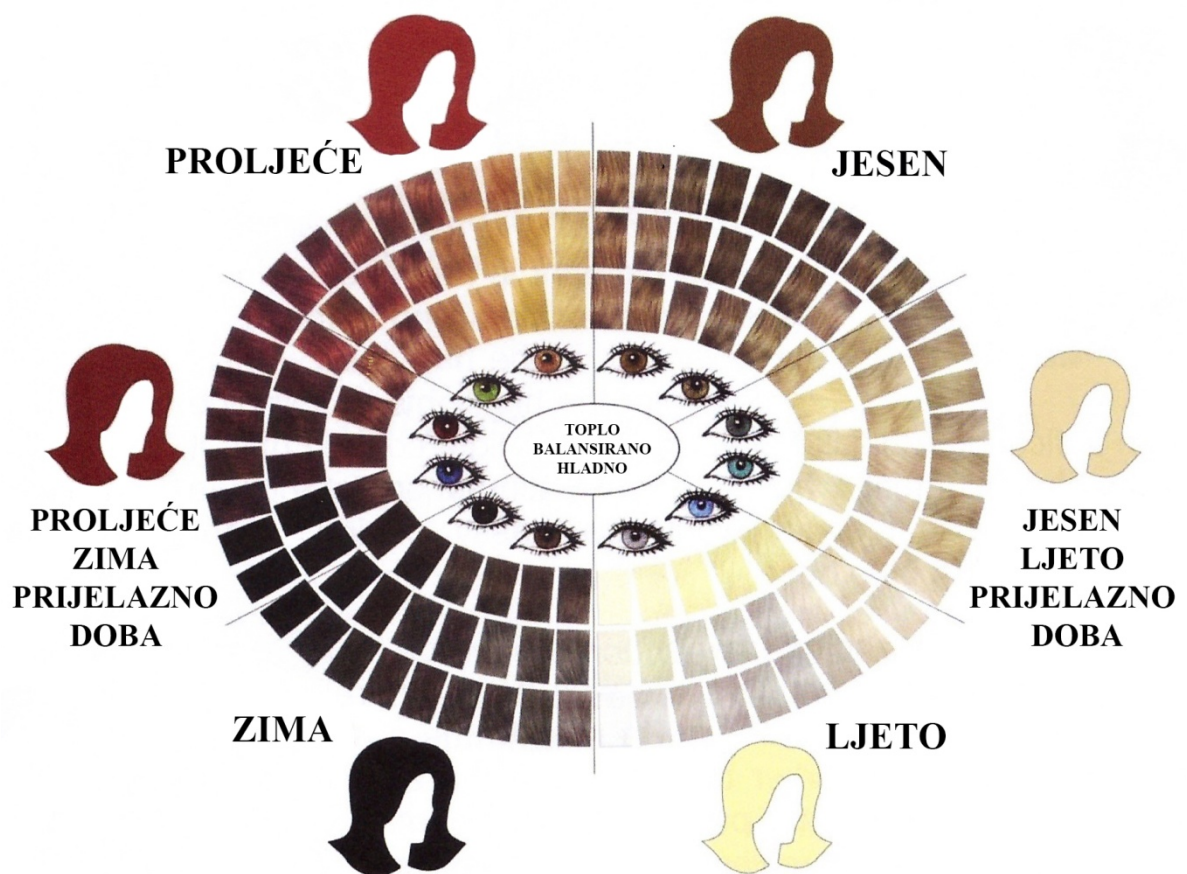
Novinarka Daily Maila, Amanda Bernstein opisuje kako se može odrediti da li klijent za analizu boja u odijevanju, pripada toploj ili hladnoj paleti boja [5]. Uz dobru dnevnu rasvjetu, lice bez šminke i kose vezane u rep ili odmaknute od lica potrebno je ispod brade prisloniti bijelu tkaninu, te potom tkaninu krem boje. Za svaku tkaninu trebaju se promatrati oči i vidjeti kod koje tkanine oči imaju više sjaja i više se ističu. Ako je klijent iz palete tople boje, krem tkanina pomoći će osobi da zrači, dok će bijela tkanina umrtviti lice. Ako je osoba iz hladne palete boja, bijela tkanina pomoći će osobi da joj oživne lice, dok će topla tkanina prislonjena uz bradu kod ove osobe ostaviti dojam da je osoba umorna [5].

### 2.4 Određivanje paleta boja prema autorima Henderson i Henshow

Henderson i Henshow nastavljaju se na knjigu Carole Jackson *Color me Beautiful* [1] i opisuju kako pronaći paletu boja korisnika na osnovi četiri godišnja doba. Autori ističu kako osoba koja je odjevena u svoju paletu boja zrači svojom jedinstvenošću i najbolje prikazuje svoju stvarnu narav, pojavu i osobnost. Ako osoba ne nosi svoju paletu boja, više se ističe sama odjeća na osobi nego stvarna osoba. Autori također zagovaraju i rješavanje testa za određivanje kojoj paleti boja osoba pripada. Tako su ispitanici potaknuti da odgovore na pitanja kao što su: da li nosite jednu te istu boju svaki dan, da li postoje boje koje odijevate samo vikendom, da li se bojite boje te da li imate tendenciju odijevati samo crnu boju [6].

## 2.5 Određivanje paleta boja prema autorici Irene Riter

Irene Riter u svojoj knjizi *Color Analysis Pure and Simple* ističe kako karakteristike očiju, kože i prirodne boje kose omogućuju da se svakog korisnika klasificira u jednu od paleta boja jeseni, zime, proljeća ili ljeta. Tako osobe iz palete jeseni, dobro izgledaju u prirodnim bojama koje su blago prigušene. Ove osobe imaju srednje smeđu boju kose i lješnjak smeđe oči, a kosa im je tople nijanse. Osobe koje pripadaju paleti zima imaju kontrastne karakteristike. Obično im je kosa crna ili vrlo tamno smeđa dok su im oči crne ili tamno smeđe. U kontrastu s bojom kose i očiju, koža im je vrlo svjetla i ima hladne tonove. Osobe iz palete boja proljeća tipično imaju zlatno smeđu boju kose koja može prirodno imati crveni pigment. Oči su im plavo zelene boje ili svjetlo smeđe. Iz palete ljeto klijenti obično imaju plavu kosu i jasno plave oči [7].



Slika 2. Studija boja kose prema paletama godišnjih doba po metodi Irene Riter [7]



Slika 3. Studija boja očiju prema paletama godišnjih doba po metodi Irene Riter [7]

Slika 2. shematski prikazuje različite klasifikacije boja kose za četiri godišnja doba kao i varijacije među njima. Na slici 3. vidi se shematski prikaz različitih boja očiju i njihova raspodjela kroz palete godišnjih doba [7].

## 2.6 Određivanje paleta boja prema autorici JoAnne Richmond

Prilikom određivanja kojoj paleti boja kojeg godišnjeg doba osoba pripada, autorica naglašava važnost određivanja da li korisnik pripada toploj ili hladnoj paleti boja. JoAnne Richmond takvu analizu provodi na način da ispod lica postavi zlatnu tkaninu, a potom srebrnu tkaninu. Tada se na osobi može jasno vidjeti da li pripadaju toploj ili hladnoj skupini. Kada se osoba odijeva u pravilan ton boja, tada se u prvi plan ističe osoba kakva ona zaista jest i dogodi se efekt da osoba sjaji i zrači. Oči će imati više

sjaja, na koži se neće isticati bore, a zubi će se činiti bjeljima. Također s pravim tonom boje, podočnjaci su manje vidljivi [8].

## 2.7 Istraživanje Gabrijele Fužir Bauer

Industrijski modeli paleta boja prema godišnjim dobima nemaju crnu boju osim palete zime. Međutim većina populacije u podneblju Hrvatske i susjednih zemalja u zimskim mjesecima nosi crnu boju. Kako bi osobe u tri različita godišnja doba izgledale najbolje moguće, potrebno je obrazovati stanovništvo i ukazati da crna boja nije najbolja za određenu populaciju. Tendenciju nošenja crne boje pokazalo je i istraživanje provedeno na Sveučilištu u Mariboru 2006 godine. Gabrijele Fužir Bauer objavila je rad „Objektivno vrednovanje lokacija i vremenski ovisnih tendencija boja i individualizacije pomoću modela za analizu boja odjeće [9].” Istraživanje je provedeno tako da su se fotografirali ljudi na ulici u oblačno doba dana u subotu u 11 sati na dnevnoj svjetlosti. Izvršena je analiza podataka uz pomoć statističke metode za ocjenjivanje individualnih tendencija pomoću boja kao indikatora. Koristio se Munsellov sustav boja. Eksperiment se vršio u dva navrata u 2000 i 2004 godini u četiri europska grada: Londonu, Parizu, Kopenhagenu i Ljubljani. Prosječan uzorak u sva četiri grada bio je 100 pojava boje. Boje odjeće analizirane su subjektivno i to prostim okom na Munsellovoj skali ocjenom od 1-120 za kromatske boje i na skali do 130 (10 za nekromatske boje). Statističkom metodom mjerio se omjer pojave različitih boja u ukupnoj pojavi boje. Istraživanje je pokazalo da je u Ljubljani 2000 godine najviše zastupljena odjevna boja ispitanika bila crna s 18,4% zastupljenosti. Druga boja po zastupljenosti odijevanja ispitanika bila je crvena boja. Za četiri godine zastupljenost crne boje u odijevanju u Ljubljani je porasla na 23,4% dok se zastupljenost crvene boje u odijevanju opala i skočila s drugog mjesta zastupljenosti odijevanja među ispitivanom populacijom na četvrto. Utjecaji da stanovništvo u Ljubljani nosi pretežno crnu boju uzrokovano je između ostalog velikom zastupljenošću i marketingu crne boje u modnoj industriji. Istraživanje spominje kulturološke i društvene vrijednosti i značaj crne boje na društvo u balkanskom i širem Europskom kontekstu [9].

## 2.8 Istraživanja Johanesa Ittena

Profesor Johannes Itten je 1928. godine u sklopu predavanja o slikarstvu i boji u poznatoj Bauhaus školi u Njemačkoj definirao termin subjektivne boje [3]. U toku jednog od svojih predavanja dao je zadatak studentima da trebaju naslikati harmonične kombinacije boja u kružne oblike i odjeljke, ali nije zadao veličine. Nakon što su studenti radili na zadatku neko vrijeme postali su nemirni. Naposljetku je profesor upitao studente o čemu se radi, a studenti su objasnili da smatraju da zadane kombinacije boja koje trebaju slikati nisu harmonične. Na to je profesor Itten zamolio studente da naslikaju kombinacije i harmonije boja koji svaki student za sebe smatra ugodnim oku i harmoničnim. Nakon nekog vremena svaki student je završio zadatak i profesor je pogledao radove. Pojedinačni studenti naslikali su nekoliko originalnih i vrlo sličnih kombinacija boja međutim radovi su se znatno razlikovali od studenta do studenta. Profesor je zaključio da kombinacije boja harmonično izvedene od strane svakog studenta predstavljaju osobno subjektivno mišljenje koje je Itten nazvao subjektivna boja [3]. U svojim zapisima eksperimenata o boji Itten spominje kako da bi eksperimenti ovakvog tipa bili uspješni, slikar ili slikarica koji sudjeluju u ovakvom eksperimentu moraju biti senzibilizirani na boju općenito. Napominje kako prije intenzivnog vježbanja kistom i bojom rezultati ovakvih opažanja nisu pouzdani [3].

Harmonija boja i pojam subjektivne boje nisu jasno definirani u Ittenovoj knjizi *Elementi boja*, ali iz eksperimenata koje je Itten provodio na predavanjima slikarstava sa svojim studentima daje se naslutiti kako su studenti slikali harmonične boje koje su svojstvene samo njima te ih usklađivali s komplementarnim bojama [3].

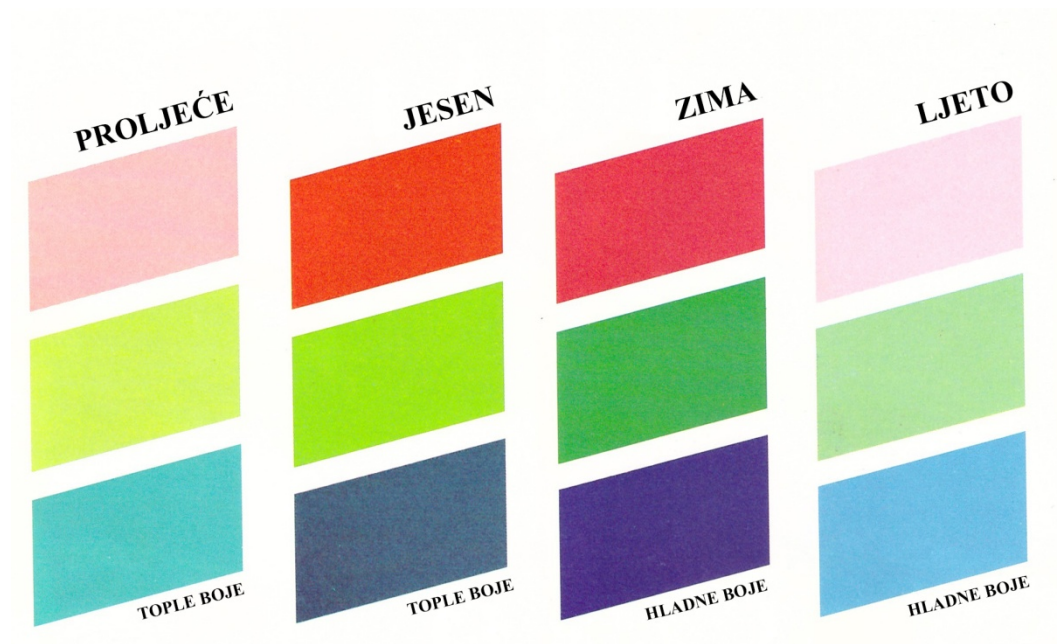


Slika 4. Ittenov krug boja [3]



Tokom njegovih istraživanja nastao je i poznati Ittenov krug boja. U Ittenovom krugu boja nalazi se niz od 12 boja, a to su primarne boje žuta, crvena i plava te sekundarne boje narančasta, zelena i ljubičasta. Niz boja nalazi se u obliku duginih boja ili u obliku spektra [3]. Osim Ittenovog kruga boja ne postoje zabilješke kako su točno izgledale harmonične subjektivne boje. Postoji zapis kako studenti biraju svoje subjektivne boje sukladno njihovoj boji kože, kose i očiju i to u pogledu tona i u pogledu intenziteta [3] [1]. Tako Itten bilježi da osobe svijetle plave kose i plavih očiju te kože koje je ružičasta biraju paletu boja prilikom slikanja koja ima čiste boje s izraženim kontrastom tona. Ovisno o snazi osobe i izražajnosti ličnosti boje mogu biti svjetlije ili tamnije. Crna boja igra vrlo važnu ulogu za osobe koje imaju crnu kosu i tamne oči što se tiče slikarske palete i harmonije subjektivne boje [3].

Tokom svoje karijere kao profesor u Bauhaus školi, Itten je radio slične eksperimente o ideji subjektivne boje [3]. U jednom zapisu Itten napominje kako svaka žena treba znati koje joj boje pristaju u odijevanju te kako će uvijek postojati njezine subjektivne boje i njihovi komplementi [3] [1]. Ova njegova spoznaja nastavila su se istraživati u modnoj industriji [3] [1]. Prilagođavajući Ittenovu teoriju modi, razvile su se četiri palete boja inspirirane godišnjim dobima kao vodič za planiranje kupovine odjeće [1]. Tako svaka osoba može nositi sve boje, ali ovisno o prirodnoj boji kose, kože i očiju nosi boje koje su prema nijansi i intenzitetu prilagođene njezinom tipu, na sličan način kao što su studenti slikarstava iz Bauhaus škole birali paletu subjektivnih boja. Tako se prema paletama boja četiri godišnja doba, osobe koje se svrstavaju u paletu proljeća trebaju odijevati u čiste, nježne i svijetle tonove s toplim žutim prizvucima. Boje jeseni su intenzivnije s narančastim i zlatnim prizvucima. Boje zime su jasne, žive i ledene s plavim prizvucima. Boje ljeta su hladne i nježne također s plavim prizvucima [1].



Slika 5. Pojednostavljeni koncept paleta boja kroz četiri godišnja doba [1]

Premda pojednostavljeni koncept paleta boja kroz četiri godišnja doba za zimu ne prikazuje crnu boju, osobe iz ove palete su jedine kojima pristaje crna boja [1]. Ovaj koncept predstavlja problem za paletu boja na osnovi četiri godišnja doba i njezinu primjenu u modnoj industriji na području Europe gdje prevladava nošenje crne boje.

## 2.9 Slavne osobe u svojoj paleti i izvan palete boja prema Carole Jackson



Slika 6. Oprah Winfrey u preporučenoj paleti jesen lijevo u smeđem [10] i crvenom [11], desno u bojama izvan palete u roza [12] i sivom [13]



Slika 7. Cindy Crawford u paleti jesen lijevo [14] i izvan palete desno [15]



Slika 8. Julianne Moore u paleti jesen lijevo[16] i izvan palete desno [17]



Slika 9. Eva Longoria paleta proljeće u žutom [18], zelenom [19] i ljubičastom [20] i izvan palete u roza [21]



Slika 10. Cameron Diaz u paleti proljeće lijevo [22] i izvan palete desno [23]



Slika 11. Reese Witherspoon u paleti proljeće u crveno narančastom [24], ljubičastom [25] i zelenom [26] i izvan palete u bijelom [27]



Slika 12. Gwyneth Paltrow u paleti proljeće lijevo [28] i izvan palete desno [29]



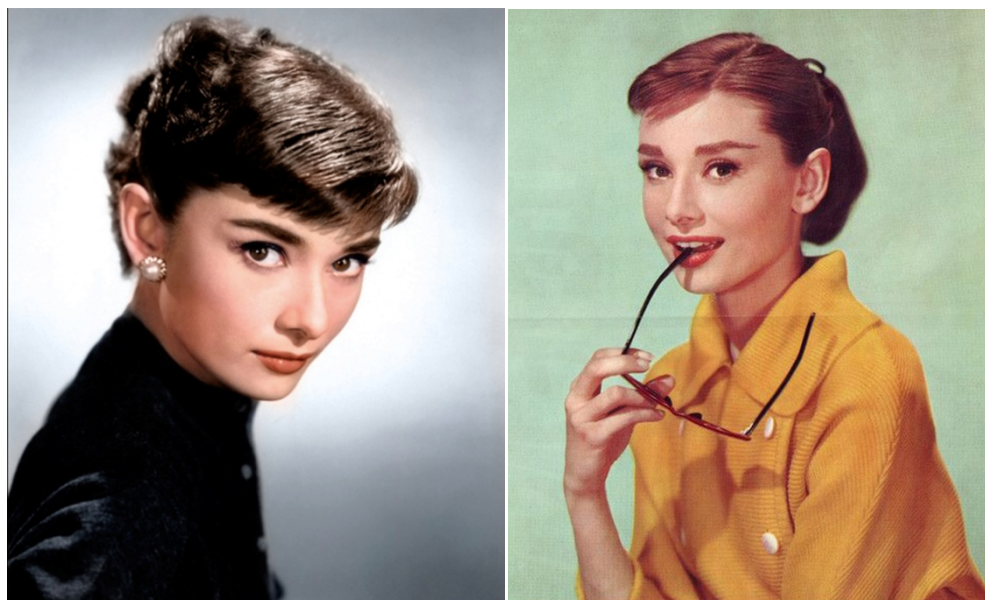
Slika 13. Charlize Theron u paleti ljeto lijevo [30] i izvan palete desno [31]



Slika 14. Uma Thurman u paleti ljeto lijevo [32] i izvan palete desno [33]



Slika 15. Candice Bergen u paleti ljeto u boji orhideje [34], boji lavande [35], plavom [36] i sivom [37] i izvan palete u crnom [38]



Slika 16. Audrey Hepburn u paleti zima lijevo [39] i izvan palete desno [40]



Slika 17. Victoria Beckham u paleti zima u bijelom [41], crnom [42] i plavom [43]



Slika 18. Winona Ryder u paleti zima u crvenom [44], crnom [45] i bijelom [46] i izvan palete u smeđem [47]





Slika 19. Penelope Cruz u paleti zima u crvenom [48] i ljubičastom [49] i izvan palete u smeđem [50][1]

Fotografije slavnih osoba u svojim paletama boja i izvan njih prema preporuci Carole Jackson zorno prikazuju teoriju odijevanja prema godišnjim dobima u skladu s bojom kože, kose i očiju. Tako Oprah Winfrey koja pripada paleti jesen dobro izgleda u svjetlo smeđoj i smeđe crvenoj boji, dok joj siva boja i intenzivno ružičasta manje pristaju jer nisu iz palete jesen (slika 6.).

Cameron Diaz iz palete proljeće izgleda puno življe u svjetlo koraljno crvenoj boji u odnosu na crnu boju (slika 10.). Nježan kolorit Gwyneth Paltrow također iz palete proljeće omogućuje ovoj glumici da puno bolje izgleda u toploj bež boji. Pošto crna boja ne pripada paleti proljeće, Paltrow ne izgleda najbolje u toj boji (slika 12.).

Uma Thurman iz palete ljeto izgleda privlačno u svojoj paleti u lavanda boji. U paleti ljeta nema narančaste boje, pa Thurman vidljivo ne izgleda dobro u toj boji (slika 14.).

Victoria Beckham (slika 17.) i Winona Ryder (slika 18.) izgledaju izrazito dobro u crnoj i bijeloj boji jer pripadaju paleti zime, a osobe koje pripadaju ovoj paleti jedine uspješno nose ove dvije boje. Paleta zime ne sadržava smeđu boju. Tako glumica Penelope Cruz koja pripada ovoj paleti ne izgleda posebno dobro u toj boji (slika 19.)

Carole Jackson i ostali autori [1][6] koji su se nadograđivali na njezinu teoriju boja u modnoj industriji ističu kako osoba koja je odjevena u svoju paletu boja zrači svojom jedinstvenošću i najbolje prikazuje svoju stvarnu narav, pojavu i osobnost. Ako osoba

ne nosi boje iz svoje palete, više se ističe sama odjeća na njoj nego stvarna osoba [6]. Tako se klijenticama koje koriste teoriju boja na osnovi četiri godišnja doba kada ne nose haljinu iz svoje palete boja znalo dogoditi da im poznanici i prijatelji kažu da imaju lijepu haljinu, ali kada te iste klijentice obuku haljinu iz svoje palete boja ti isti poznanici i prijatelji kažu im da lijepo i svježije izgledaju [1].

### 3. PSIHOLOGIJA BOJA

#### 3.1 Značenje crne boje

Razumijevanje nošenja crne boje odjeće u Europi najbolje razjašnjavaju povijesne i gospodarske činjenice. Činjenica da se monopol nad kvalitetnom obojenom tkaninom jarkih boja dugo održao izvan europskog kontinenta kao i razvoj europskog crnog sukna doprinose velikoj gravitaciji prema crnoj odjeći kroz povijest Europe. Tokom srednjeg vijeka održavala se trgovina obojenom tkaninom između Bliskog istoka i Europe. Europljani su u to vrijeme zlatom i robovima plaćali skupu obojanu tkaninu i tekstilne orijentalne proizvode [51]. Iz tog razloga kroz povijest različiti slojevi društava unutar europskih država u određenim periodima svoje povijesti ističu crne odjevne predmete kao simbol nacionalnog identiteta i izvorni domaći proizvod dobiven iz domaćih sirovina proizveden domaćom tehnologijom [51]. U Mletačkoj Republici odjeća plemića i trgovaca bila je crna dok je u 16. stoljeću u Španjolskoj na dvoru Filipa II crna boja bila također veoma prisutna. Crna boja bila je popularna i u protestanata sjeverno od Alpa te raznih heretičkih pokreta [52].

U doba renesanse tekstilna proizvodnja u Italiji je napredovala te se Italija isticala u proizvodnji svile. U Europi se proizvode crvena i purpurna tkanina koja više nije bila rezervirana samo za više slojeve društva. Usprkos tome, crna odjeća održala se u tom periodu između ostalog zbog tog što Firenca ostaje istaknuto središte proizvodnje kvalitetne crne vunene tkanine. Firentinsko plemstvo kao i ostali plemići dugo su još odijevali tamnu vunenu srednjovjekovnu odjeću. Venecijanski plemići također održavaju tradiciju nošenja otmjene crne odjeće kao kontrast šarenoj odjeći koja je svakodnevno stizala morskim putem u Veneciju. Također bogati trgovci su odijevanjem u crnu odjeću prikrivali svoje bogatstvo [52].

Odjeća u crnoj boji u Europi održala se i zbog utjecaja španjolskog dvora u doba Filipa II (1527-1598). Filip II je u svojoj vlasti imao Flandriju, Holandiju i Luksemburg koje su bile važni tekstilni centri koji su proizvodili kvalitetan crni vuneni tekstil koji se proizvodio bojanjem domaćim sirovinama [51]. Nošenjem crne odjeće na svom dvoru, Filip II je značajno gospodarski podržavao domaću proizvodnju. Filip II je također

iskazivao prezir prema talijanskoj skupocjenoj odjeći u boji pa je inzistirao da se posjetitelji na njegovom dvoru primaju isključivo u crnoj odjeći [52].

U 16. stoljeću Španjolska je imala monopol nad uvozom sirovina za bojenje tkanina iz Amerike. Sirovina pod imenom logwood na svili i baršunu davala je jako kvalitetnu crnu boju. Tako je i pojam španjolska crna ostao ukorijenjen za simbol ekstravagantne crne odjeće. Povezuje se s idejom crne formalne haljine za večernje izlaske danas poznatom pod izrazom mala crna haljinica [52].

U 17. i 18. stoljeću postojali su zakoni o odijevanju u Italiji. Oni su propisivali da plemići te njihove žene nose crnu odjeću poslije nekoliko godina braka [51]. U 18. stoljeću crkva postaje vrlo snažna i organizirana s ogromnim birokratskim sustavom što je pospješilo da se u Italiji upotreba crne boje proširi i na selo. Tako se na dalmatinskoj obali koja je pod snažnim utjecajem Italije javlja crna boja u odijevanju žena koja se održala kao prepoznatljiva karakteristika i do danas [52].



Slika 20. Paškinje pred crkvom u tradicionalnoj crnini, Pag oko 2000 [52]

### 3.2 Značenje bijele boje

Bijela boja također igra važnu ulogu u svakodnevnom životu. Bijela boja sastoji se od svih boja spektra jer reflektira sve boje vidljivog spektra. U Europi, Aziji i Africi bijela boja simbolizira čistoću, djevičanstvo i mir. Bog se opisuje kao bijela svjetlost. Bijela se javlja u raznim obredima kao vjenčanje i krštenje. Također bijela simbolizira odsustvo

krivnje u novoj situaciji kao i novi život koji se još ne zna kakav će biti. Bijela se boja asocira i uz pojam čistoće. Kroz povijest se održala tradicija bijelog donjeg rublja [52].

Goethe je pisao o ženskoj modi oko 1800 godine. Tada su žene počele nositi bijelu odjeću koja je u to doba bila novitet jer se poistovjećivala s periodom klasicizma. Klasicizam je bio inspiriran starogrčkom i rimskom kulturom. Žene su bile opčinjene iskrivljenom slikom antike te su obrazovani građani u to vrijeme smatrali sve obojeno nepodnošljivim. Jarke i šarene boje smatrale su se barbarske [52]. Ova moda je kratko trajala, ali se bijela boja održala kao simbol najelegantnije odjeće za žene.

U Hrvatskoj u dinarskom području haljina od nebojene bijele vune bila je karakteristična odjeća djevojčica. U 20. stoljeću takve haljine nosile su djevojke do 16 godine, a polovicom 20. stoljeća ovakva haljina nosi se i kasnije što je simboliziralo da se produžava vrijeme djevojaštva [52].

### 3.3 Značenje crvene boje

Crvena boja ima nekoliko značenja. Prema Bibliji Adam je načinjen od crvene zemlje i Adam na hebrejskom znači crven [52]. Na raznim jezicima crveno je sinonim za boju. Na ruskom *krasnoi* je izraz za crveno što također znači lijepo i dobro. Crvena je vrlo popularna boja kroz povijest jer se vrlo rano uspjela dobiti i jeftino proizvoditi.

Crvena je drevni simbol vatre i krvi. Predstavlja rat, razaranje, ali i novo rođenje i životnu snagu. U srednjem vijeku plemstvo nosi crvenu odjeću kao i crkvena elita, krvnici i sudci što simbolizira njihovu moć nad smrću i životom [52].

U Hrvatskoj seoskoj kulturi crvena boja odjeće rezervirana je za djevojčice i djevojke mlađe dobi. Žena nakon rođenja prvog djeteta više nije smjela nositi odjeću ukrašenu crvenom bojom [52].

### 3.4 Značenje purpurne i ljubičaste boje

Kroz povijest purpurna je boja bila rezervirana samo za najimućnije slojeve društva. Purpur se dobivao iz žlijezda morskih puževa *Murex trunculus* ili *Murex brandalis*. Količina pigmenta koja je bila potrebna da bi se obojila rimska toga bila je vrjednija od iste količine u zlatu. U Rimskom carstvu bilo je propisano da samo kraljevi, kraljice i

prestonasljednici smiju nositi purpurne ogrtače. Kroz povijest Europe mnoge vladarske obitelji nastavile su tradiciju nošenja purpurne odjeće što je simboliziralo njihovu vladarsku moć. Ljubičasta boja se tradicionalno održala i kao boja teologije. Ljubičasta u ovom kontekstu simbolizira pobožnost, vjeru, vječnost i pravednost. U vrijeme Goethea ljubičasta je bila isključivo ženska boja. To je bila boja žena koje se još nisu udale, a poručivala je da je neka žena unatoč godinama još uvijek slobodna [52].

### 3.5 Značenje plave boje

Kroz povijest plava boja bila je dugo vremena drugorazredna boja u usporedbi s crvenom, crnom i bijelom. U doba Antike uvezio se indigo koji se koristio za dobivanje plave tkanine. Ova tkanina je bila skuplja od domaće plave tkanine koja se bojala uz pomoć sirovine koja se zvala vrbovnik. Plavu tkaninu koristila su germanska plemena u ratovanju protiv Rimljana pa su stoga Rimljani plavu smatrali barbarskom bojom [52].

Premda je plava bila drugorazredna boja u prošlosti, danas je postala jedna od omiljenih boja oko pola stanovništava Zemlje. Plava se smatra neutralnom i smirujućom bojom. U 12. i 13. stoljeću počinje se prikazivati Djevica Marija s plavim plaštem što je doprinijelo popularizaciji plave boje. Plava se boja počela poistovjećivati s nebom i rajem te s božanskim. U ovom razdoblju plava postaje i kraljevska boja. Tako se plava uvelike koristi na dvoru Karla Velikog u odijevanju i u interijeru [52].

Do sredine 18. stoljeća u Europi su bili na snazi zakoni koji su određivali da niži slojevi društva nose sive i smeđe tonove odjeće. S obzirom da se počelo proizvoditi platno koje je bilo moguće proizvesti po pristupačnoj cijeni, niži slojevi društva prihvaćaju plavu boju odjeće. Plava boja postaje naročito popularna pojavom traperica oko 1850 kad Levi-Strauss osniva tvornicu u San Franciscu [52].

U moderno doba plava boja zamijenila je crnu boju. Uniforme velikog broja državnih službenika više nisu crne. Tako plavu uniformu nose policajci, vatrogasci, poštari, mornari, avijatičari i sportaši [52].

Plava je postepeno postala muška boja. Smatra se da je ta promjena nastala pod utjecajem protestantizma u 16. stoljeću. Protestanti su uz crnu davali važnost i drugim tamnim bojama, a između ostalog i plavoj boji [52].

Tokom srednjeg vijeka i renesanse plava se nije smatrala hladnom bojom. U određenim azijskim kulturama plava se i danas smatra toplom bojom. Od 17. stoljeća plava se počinje prihvaćati kao hladna boja, a do 19. stoljeća bila je prihvaćena u potpunosti kao hladna boja [52].

U Hrvatskoj se upotreba plave tkanine koristila za vojne uniforme. Plavi tekstil bio je niske cijene i mogli su ga nabaviti svi slojevi društva. Jedna od funkcija plave odjeće bila je radna što se održalo do danas. U Hrvatskoj je haljina od plavog sukna u dinarskom području označavala status udane žene [52].

### 3.6 Značenje zelene boje

Zelena boja povezana je s prirodom i pojmove vezane uz život, rađanje, rast, plodnost, snagu, obnavljanje i besmrtnost. U 19. stoljeću u Hrvatskoj u Pokuplju su odjeću vezenu zelenim koncem odijevale starije žene. U doba romantizma u modi je zelena boja. Zelena boja vezuje se i za sudbinu. Zelena se također povezuje i s novcem zbog novčanica američkih dolara [52].

Zbog asocijacije s prirodom zelena se povezuje s ekologijom i zaštitom okoliša. U kontekstu bolnica zelena se povezuje s higijenom. Oznaka za ljekarne je također križ zelene boje jer su u prošlosti lijekovi bili na biljnoj bazi. Smatra se da zelena boja smiruje te da duhovno i fizički opušta. Također pomaže kod tjeskobe i depresije. Zelena također pridonosi samokontroli i usklađenosti [52].

### 3.7 Značenje žute boje

U srednjem vijeku žuta boja nije bila posebno cijenjena boja. Žutu boju povezujemo sa suncem. Smatra se da žuta boja simbolizira božansku mudrost. Pozitivne osobine vezane uz žutu boju su toplina, optimizam, veselje, plodnost, bogatstvo, napredak i blagostanje. Žuta je također i boja jeseni i propadanja. U Rimu je žuta bila rezervirana za mladenačku odjeću [52].

U srednjovjekovnoj Europi sve društvene skupine na margini bile su prisiljene nositi oznake na odjeći koje su bile načinjene žutom bojom. Tako su prostitutke na svojoj odjeći nosile žute oznake. Žutom su se bojom bojala vrata ljudi koji su dugovali novac.

Također žutu su odjeću morali nositi nevjerni supružnici u 19. stoljeću. Žuto zelena boja asocira također na nerad, razuzdanost i ludilo [52].

U Hrvatskoj tradiciji žuta je boja povezana s Uskrsom. U vrijeme Uskrsa pripremaju se pogače koje koriste jaja koja su simbol snage, plodnosti, života i bogatstva. Žuta je najtoplija i najsjajnija boja. Potiče rad nervnog sustava, mentalnih procesa, komunikacije i poboljšava pamćenje [52].

### 3.8 Značenje ružičaste boje

U 18. stoljeću ružičasta i ostale pastelne boje postaju popularne na francuskom dvoru kad su jarke boje postale dostupne nižim slojevima društva. Madame de Pompadour (1721-1764) jedna je od najpoznatijih predstavnica tog vremena koja je odijevala ružičastu i svijetlo plavu. Proizvodnja pompadour ružičaste postizala se miješanjem boja i bilo je vrlo skupa [52].

Kroz povijest zapadne kulture uvriježilo se da je plava boja muška, a crvena ženska. Polovicom 20. stoljeća postalo je uobičajeno da je plava boja za dječake, a ružičasta za djevojčice. U početku je taj običaj bio uvriježen za plemstvo i građanski sloj, a nakon drugog svjetskog rata postao je popularan u svim slojevima društva [52].

Popularna kultura u razdoblju od 1940-1970 promovira ružičastu boju povezanu sa simbolikom žene u ulozi majke, domaćice i supruge. U ovom razdoblju simbolika ružičaste boje povezuje se s pojmovima krhkosti, nježnosti, brižnosti i površnosti [52].



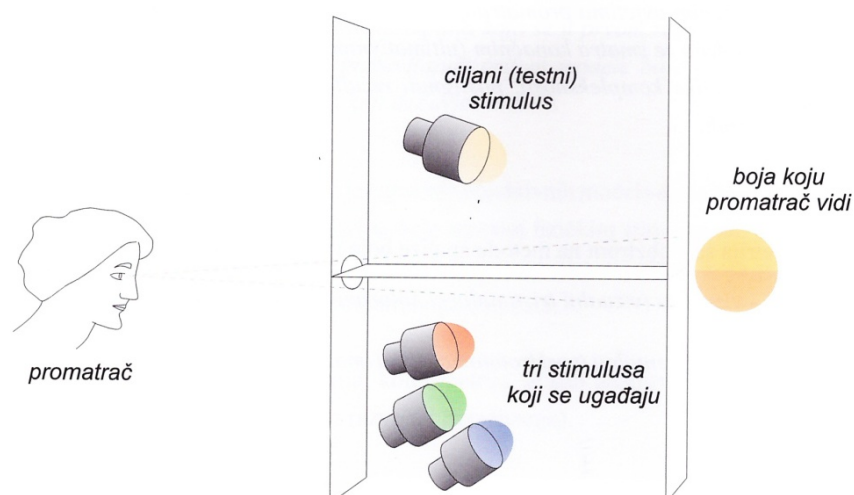
## 4. KOLORIMETRIJA

### 4.1 O kolorimetriji

Kolorimetrija je znanstvena disciplina koja je proizašla iz potrebe za opisivanjem i modeliranjem izgleda boje. Njezin cilj je izgraditi model doživljaja boja kako bi se boja mogla opisati neovisno o mediju. Kolorimetrija se bavi mjerenjem i uspoređivanjem boja matematičkim putem, odnosno opisivanjem karakteristika reflektirane, transmitirane ili emitirane svjetlosti od strane promatranog objekta [53].

Pod pojmom boje izdvajaju se tri osnovna značenja boja. Boju se definira vezano uz pigmente pojedinih boja. U toj je ulozi boja kao tvar koja je nositelj obojenja. Također boja se opisuje i kao stimulus povezan uz određenu dominantnu valnu dužinu svjetlosti vidljivog dijela spektra. Nadalje, boja se može definirati kao čovjekov osjet i posljedica percepcije svjetlosti emitirane od nekog izvora ili reflektirane s površine nekog tijela, a izražava se kad promatrač gleda obojenu tvar [53]. Može se reći da boja postoji zbog interakcije izvora svjetla, obojenih objekata i ljudskog vizualnog sustava [54].

S obzirom na metode analize boja, kolorimetriju možemo podijeliti na vizualnu i instrumentalnu kolorimetriju. Vizualna kolorimetrija koristi vizualni tristimulusni kolorimetar i atlas boja, a instrumentalna kolorimetrija koristi spektrofotometrijsku analizu i instrumentalni kolorimetar. Vizualni kolorimetar je instrument kojim se mjeri boja na principu tristimulusnog eksperimenta usklađivanja boja [53].



Slika 21. Vizualni tristimulusni eksperiment [53]

U tristimulusnom eksperimentu promatrač promatra boju kroz naznačeni otvor (slika 21). Promatrač tada vidi ispitivanu plohu bez utjecaja okoline. Svjetlo koje pada na gornji dio dolazi iz bijelog izvora svjetla, a donji dio kolorimetra je osvijetljen uz pomoć bijelog svjetla iz tri različita izvora - crvenog, zelenog i ljubičasto plavog podražaja. U kolorimetru se oba dijela promatraju istodobno. Podešava se količina komponenti na donjem dijelu kolorimetra i na taj način je moguće dobiti boju jednaku onoj na gornjem dijelu kolorimetra, odnosno boji uzorka [53].

Mjerenja u instrumentalnoj kolorimetriji baziraju se na Grassman-ovim zakonima. U knjizi *Kolorimetrija u multimedijским komunikacijama* autori Milaković, Zjakić i Vusić navode tri Grassman-ova zakona:

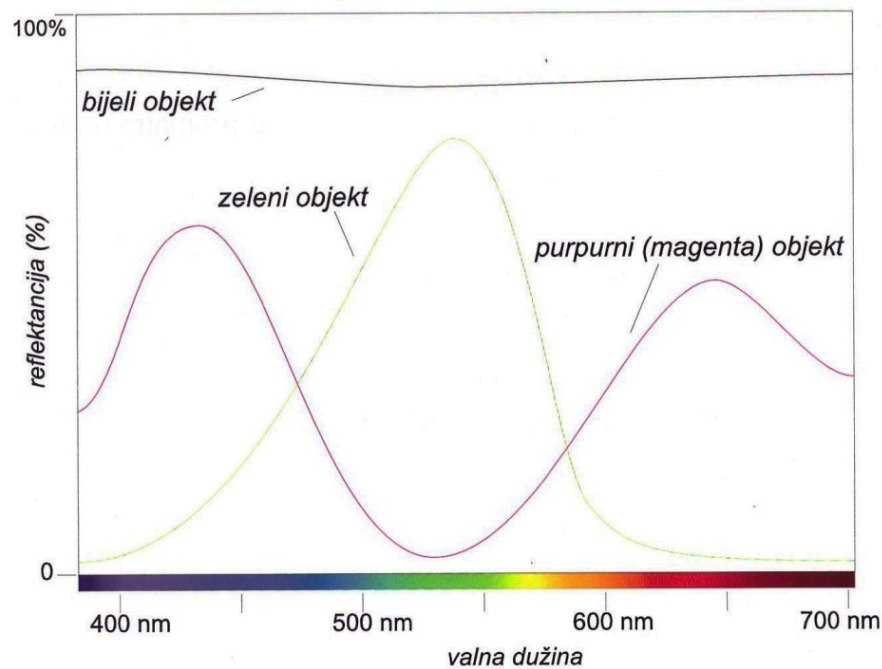
I. zakon: Svaki doživljaj boje može se imitirati s tri nezavisna primarna stimulusa (podražaja) koji su odgovarajuće izabrani, tako da se svaki osjet može imitirati samo jednom kombinacijom određenih osnovnih stimulusa. Svaka boja, nezavisno od spektralnog sastava svjetlosti koje ju je izazvalo, može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

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

III. zakon: Dva stimulusa koji imaju različiti spektralni sastav, a daju isti doživljaj boje, vladaju se jednako i pri miješanju s nekim trećim stimulusom [53].

Uz Grassman-ove zakone, u instrumentalnoj kolorimetriji potrebno je definirati spektralni sastav filtera, spektralni sastav svjetla za osvijetljavanje uzorka, i standardnog promatrača. Standardni promatrač zamjenjuje čovjeka koji percipira boje bez vidnih anomalija. Za njega se definiraju dva kuta promatranja prema veličini vidnog polja u tristimulusnom eksperimentu. To su kud od  $2^0$  i kut od  $10^0$  [53].

Boja se može opisivati psihofizikalnom informacijom uz pomoć tristimulusne informacije kao i fizikalno spektralnom informacijom čime se bavi spektrokolorimetrija ili spektrofotometrija. U spektrokolorimetriji koriste se uređaji koji se nazivaju spektrometrima ili spektrofotometrima. Mjerenja spektrofotometrom provode se na način da se iz bijelog svjetla izdvoje pojedinačne valne dužine s kojim se osvijetli željeni uzorak i bijeli etalon. Postupak se vrši kroz čitavi spektar vidljivog svjetla od 380 do 750 nm u koracima od 20 nm. Reflektirano svjetlo sa željenog uzorka i bijelog etalona se razlikuje i može se usporediti s različitim postupcima. Jedan od najčešćih načina je dovesti reflektirane tokove svjetla na fotočeliju koja ih zatim pretvara u električne impulse. Na spektrofotometru ove se informacije očitaju kao reflektancija. Iz ovih informacija moguće je konstruirati spektrometrijsku krivulju [53].



Slika 22. Prikaz spektralnih krivulja različito obojenih objekata [53]

Spektralna informacija dobiva se mjerenjem energije svjetla na svakoj valnoj dužini. Ova informacija sadrži fizikalne karakteristike svjetla koje napuštaju površinu, ali ne opisuje kako ljudsko oko doživljava takvu informaciju. Na slici 22. zabilježena je

funkcija koja prikazuje ilustraciju promjena u refleksiji, transmisiji ili apsorpciji duž vidljivog dijela spektra [53].

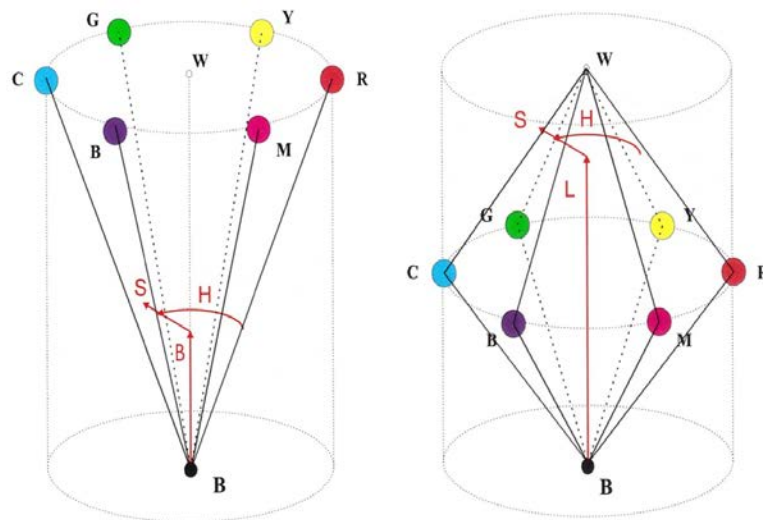
#### 4.2 HSB I HSL modeli boja

Kod vizualnog opažanja boje s ciljem točne komunikacije i razumijevanja boje potrebno je odrediti terminologiju za opisivanje boja. Ova potreba dovela je do razvoja modela boja za različite uporabe.

Postoje intuitivni modeli boja koji pokušavaju izostaviti fizikalne karakteristike boja i na osnovi ljudske intuicije razvrstati boje na osnovi opažajnih karakteristika kao što su ton, zasićenje i svjetlina [53].

HSB model boja konstruirao je A.R. Smith 1978 godine derivacijom iz RGB sustava boja. Ovaj sustav je pogodan za monitore i skenere, ali nije pogodan za primjenu u aplikacijama. Sam naziv modela dolazi od engleske kratice *hue*, *saturation* i *brightness*, što znači ton, zasićenje i svjetlina. U HSB modelu tri aditivna primara RGB raspoređena su u obliku trokuta na međusobnoj udaljenosti od  $120^{\circ}$ . Oblik trokuta čini primare što je moguće udaljenijim jedan od drugoga. Raspoređeni između aditivnih primara su boje koje nastaju kada se miješaju aditivni primari. To su primari suptraktivne sinteze CMY. Ovakav razmještaj omogućuje da su suprotne boje u krugu komplementarne prema Hering-ovoj teoriji suprotnih procesa [53]. Hering-ova teorija suprotnih procesa uključuje pojam simultanog kontrasta i suprotnih parova boja kao što su crvena i zelena te žuta i plava. Tako je Hering primijetio da objekti koji se stave na crvenu pozadinu izgledaju zelenije [54].

Problem kod HSB modela je što nije postignuta uniformiranost svjetline. Svjetlina od 50% ovisi o tonu boje koja se opisuje. Također nije postignuta nezavisnost kromatičnosti o svjetlini. Tako žuta boja ispada šest puta intenzivnija od plave premda se radi o bojama iste svjetline. To se događa jer se najveća vrijednost svjetline nalazi na istoj ravnoj plohi zajedno s ostalim čistim bojama [53].



Slika 23. Prikaz HSB modela boja (lijevo) i HSL modela boja (desno) [53]

Intuitivni model boja HSL (engl. *hue, luminance, saturation*) razvijen je kako bi se riješio problem definiranja svjetline. HLS je konstruiran s dva heksagona spojena gornjim plohamama. Tako se povećala vrijednost svjetline [53].

HSB i HSL modeli boja su sustavi s polarnim koordinatama u vrijednosti od 0 do 359,9 stupnjeva. Obojenje (H) se kod modela HSB i HSL definira pomoću kuta od  $0^0$  do  $360^0$ . Tako je crvena pod kutom od 0 stupnjeva, žuta pod kutom od 60 stupnjeva, zelena pod kutom od 120 stupnjeva, zeleno plava pod kutom od 180 stupnjeva, plava pod kutom od 240 stupnjeva i purpurna pod kutom od 300 stupnjeva. Zasićenost (S) raste s pomicanjem od središta te je na obodu maksimalne vrijednosti. Definira se u postocima od 0-100%. Svjetlina (B ili L) se prikazuje u postocima od 0-100% [53].

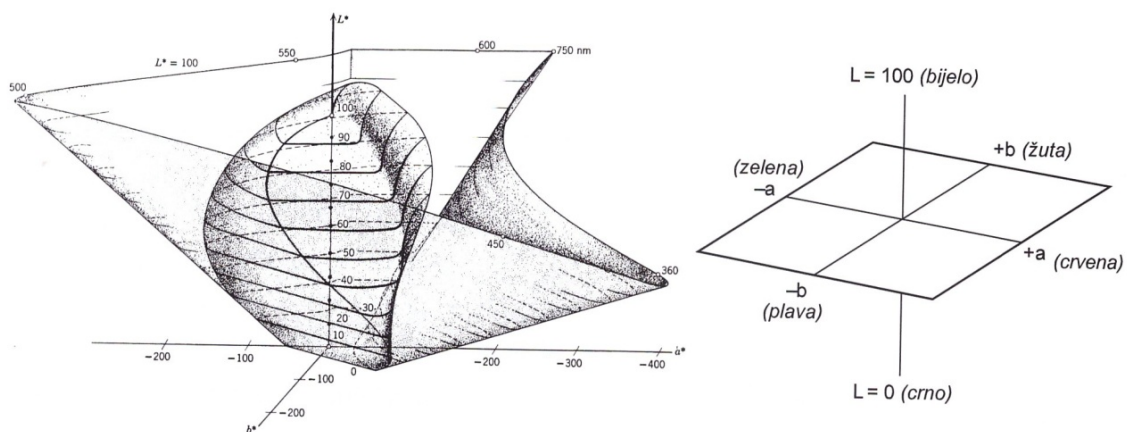
Razvijen je još i intuitivni model boja koji se naziva HVC (engl. *hue, value, chroma*) koji je geometrijski konstruiran kao i HLS model boja. Različit je što se svjetlina (V) izražava iz veličine  $L^*$  - CIE kolorimetrijskog modela boje  $L^*u^*v^*$  [53].

#### 4.3 CIE $L^*a^*b^*$ model boja

Komisija CIE, *Commission Internationale de l'Éclairage*, koja promovira internacionalnu standardizaciju kolorimetrijskih simbola, terminologije i mjernih jedinica predložila je CIE  $L^*a^*b^*$  kao uniformirani model boja [54]. Ovaj model osim

što je trodimenzionalno perceptualno uniformiran je također i neovisan o uređaju. Model se temelji na tri kanala, a to su  $L^*a^*b^*$ . Ova tri kanala se povezuju sa psihičkim karakteristikama boje prema Heringovoj teoriji suprotnih procesa i principima simultanog kontrasta crveno i zeleno, žuto i plavo, te svjetlo i tamno [53] [54].

Veličina  $L^*$  definira svjetlinu od 0 za idealno bijelo tijelo do 100 za idealno crno tijelo. Veličina  $a^*$  prikazuje boje između zelene i crvene te veličina  $b^*$  prikazuje boje između žute i ljubičasto plave. Vrijednost  $a^*=b^*=L^*=0$  je ishodište ovog modela boja [53].



Slika 24. Prikaz konstrukcije CIE  $L^*a^*b^*$  modela boja [53]

Kako bi se opisale koordinate boja u CIE  $L^*a^*b^*$  modelu boje koriste se formule [55]:

$$L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad (1.1)$$

$$a^* = 500 [ (X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3} ] \quad (1.2)$$

$$b^* = 200 [ (Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3} ] \quad (1.3)$$

Uvjet korištenja ovih formula je da su omjeri  $X/X_n$ ,  $Y/Y_n$ , i  $Z/Z_n$  veći od 0,008856.

Kada su ove vrijednosti manje ili jednake 0,008856 tada je u upotrebi modificirana formula:

$$L_m^* = 903.3 Y/Y_n \quad (2)$$

Oznake X, Y, Z označavaju tristimulusne vrijednosti, a oznake  $X_n$ ,  $Y_n$  i  $Z_n$  označavaju podražaj bijelog objekta koji se određuje zračenjem iz standardnog izvora svjetla [53].

Vrijednost  $a^*$  u modelu predstavlja crvenu i zelenu koordinatu koja uključuje i pozitivne i negativne vrijednosti od -200 do +200. Vrijednost  $b^*$  označava žutu i plavu koordinatu koja također uključuje i pozitivne i negativne vrijednosti u rasponu od -200 do +200 [53].

U ovom modelu boju je moguće definirati tonom i kromatičnošću kroz formule [55]:

$$C^*_{ab} = [ (a^*)^2 + (b^*)^2 ]^{1/2} \quad (3)$$

$$h^*_{ab} = \arctang (b^*/a^*)^{1/2} \quad (4)$$

Kolorimetrijsku razliku moguće je izračunati uz pomoć formule [55]:

$$\Delta E^*_{ab} = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad (5.1)$$

$$\Delta L = L_0 - L_1, \quad \Delta a = a_0 - a_1 \quad \Delta b = b_0 - b_1 \quad (5.2)$$

U formuli veličine  $L_0$ ,  $a_0$  i  $b_0$  naznačuju referentnu boju, a veličine  $L_1$ ,  $a_1$  i  $b_1$  označavaju boju mjerenja odstupanja [53].

U CIE  $L^*a^*b^*$  prostoru boja može se izračunati i promjena tona uz pomoć ove formule [55]:

$$\Delta H^*_{ab} = (\Delta E_{ab}^{*2} + \Delta L^{*2} + \Delta C_{ab}^{*2})^{1/2} \quad (6)$$

CIE  $L^*a^*b^*$  prostor boja ima široku primjenu u upravljanju bojama zbog uvođenja svjetline kao treće dimenzije i koordinata koje slijede zonsku teoriju kao i zbog formule za računanje kolorimetrijske razlike boja [53] [54].

#### 4.4 CIE $L^*C^*h^0$ model boja

Model boja CIE  $L^*C^*h^0$  je derivat percepcijski uniformiranog CIE  $L^*a^*b^*$  modela boja. Koristi se kako bi se prikazale promjene u percepcijskim atributima svjetline boje (engl. *lightness*), kromatičnosti boje (engl. *chroma*) i tona boje (engl. *hue*). Ovaj model nema mogućnost prikazivanja zasićenosti [53].

Vrijednosti  $L^*C^*h^0$  se izračunavaju iz CIE  $L^*a^*b^*$  modela.  $L^*$  definira svjetlinu u rasponu od 0 do 100, a jednaka je kao i u CIE  $L^*a^*b^*$  modelu te se definira kao u jednadžbi 1.1:

$$L^* = 116 (Y/Y_0)^{1/3} - 16$$

C\* definira kromatičnost boje u rasponu od -60 do +60. Njezina vrijednost se izračunava pomoću vektorske udaljenost od središta dijagrama do mjerene boje uz pomoć formule:

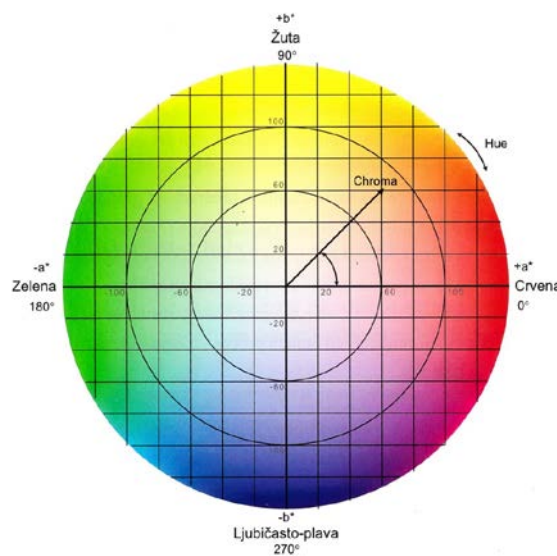
$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (7)$$

Veličina  $h^0$  opisuje se kutom tona u rasponu od  $0^0$  do  $360^0$ . Crvena boja označava se kutom od  $0^0$ , žuta boja kutom od  $90^0$ , zelena kutom od  $180^0$ , a ljubičasto plava označava se kutom od  $270^0$ .

$$h^0 = \arctan (b^*/a^*) \quad (8)$$

Model boja CIE L\*C\*h<sup>0</sup> također se naziva i CCS (engl. *Color Curve System*). Osnovna verzija ovog modela sastoji se od atlasa koji sadrži 1229 uzoraka boja raspoređenih u 18 nivoa svjetline [56].

Modeli boja kao što su CIE L\*a\*b\* i model koji je proizašao iz njega CIE L\*C\*h<sup>0</sup> smatraju se nezavisnim od uređaja. Oni su u mogućnosti reproducirati realne gamute (raspon) boja i prikazati kvalitetan prijelaz informacija za razliku od intuitivnih modela koji analiziraju percepcijske attribute boja. Intuitivni modeli boja ograničeni su psihofizikalnim definiranjem boje [53].



Slika 25. Prikaz CIE L\*C\*h<sup>0</sup> modela boja [53]



## 5. STATISTIČKA METODA INTERKLASNE KORELACIJE

Svrha statistike je pronalaženje veza i odnosa među pojavama. Nakon prikupljanja podataka potrebno ih je grupirati. Postupkom grupiranja počinje se otkrivati veza među pojavama. Korelacija se definira kao međusobna povezanost pojava. Metodom korelacija mjeri se samo veza među pojavama. Kada se utvrdi i izmjeri veza među pojavama, treba utvrditi koja je pojava uzrok, a koja posljedica, ili da li su pojave u nekoj zajedničkoj vezi ili pod zajedničkim nekim trećim uzročnim faktorom [57].

Interklasna korelacija je statistička metoda koja se koristi kada su podaci koji se obrađuju organizirani u grupe. Pomoću ove metode može se opisati koliko pojedinačne jedinice u grupi nalikuju jedna drugoj. Za razliku od ostalih vrsta korelacija koje se bave statističkom obradom podataka organiziranih u parove, interklasna korelacija se bavi statističkom obradom pojedinačnih podataka organiziranih u grupe [58].

Interklasna korelacija često se koristi za izražavanje stupnja sličnosti naslijeđenih osobina kod osoba u krvnom srodstvu. Interklasna korelacija koristi se i da bi se utvrdila dosljednost kvantitativnih mjerenja koja su načinili različiti promatrači mjereći isti podatak [58].

Jednom od najranijih mjerenja interklasne korelacije bavio se Ronald Fisher koji je obrađivao podatke organizirane u parove [59]. U formuli je  $N$  organiziran u parove  $(x_{n1}, x_{n2})$  za  $n=1, \dots, N$ . Tako je interklasna korelacija  $r$  i pripadajuća aritmetička sredina  $\bar{x}$ , kao i standarda devijacija  $s$  prema Fisheru izražena [59]:

$$r = \frac{1}{Ns^2} \sum_{n=1}^n (x_{n,1} - \bar{x})(x_{n,2} - \bar{x}) \quad (9.1)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^n (x_{n,1} + x_{n,2}) \quad (9.2)$$

$$s^2 = \frac{1}{2N} \left\{ \sum_{n=1}^n (x_{n,1} - \bar{x})^2 + \sum_{n=1}^n (x_{n,2} - \bar{x})^2 \right\} \quad (9.3)$$

## 6. EKSPERIMENTALNI DIO - PLAN RADA, METODE, MATERIJALI, UREĐAJI I REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 6.1 Plan rada i metode

U eksperimentalnom dijelu rada pomoću spektrofotometra očitane su i zabilježene vrijednosti paleta boja za četiri godišnja doba u CIE  $L^*a^*b^*$  prostoru boja. Vrijednosti su spektrofotometrom očitane izravno iz knjige *Color me Beautiful* Carole Jacskon [1].

Spektrofotometrom je utvrđena svjetlina ( $L^*$ , engl. *lightness*), ton ( $h^0$ , engl. *hue*), zasićenje ( $C^*$ , engl. *chroma*) kao i vrijednost  $a^*$  koja u ovom modelu boja predstavlja crvenu ( $+a^*$ ) i zelenu ( $-a^*$ ) koordinatu, te vrijednost  $b^*$  koja predstavlja žutu ( $+b^*$ ) i plavu ( $-b^*$ ) koordinatu. Ove vrijednosti izmjerene su za svaku pojedinu paletu iz četiri godišnja doba.

Očitane vrijednosti uspoređivale su se pomoću statističke metode interklasne korelacije kako bi se moglo utvrditi da li između paleta za izmjerene parametre postoji statistički značajna korelacija, te da li postoji veza između tona, zasićenja i svjetline unutar paleta. Putem spektrofotometra očitane vrijednosti prikazale su se dijagramima.

Izmjerene vrijednosti svake boje iz paleta četiri godišnja doba reproducirane su uz pomoć CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednosti i otisnute kako bi se omogućio vizualni sažetak diplomskog rada.

## 6.2 Korišteni materijali - skenirane 4 palete i reproducirane 4 palete

U radu su se koristile palete četiri godišnja doba iz rada Carole Jackson *Color me Beautiful* [1]. Za potrebe i prikaz u ovom radu palete su se skenirale izravno iz knjige Carole Jackson kao što je vidljivo na slikama 26, 27, 28 i 29.



Slika 26. Skenirana paleta boja za jesen [1]



Slika 27. Skenirana paleta boja za proljeće [1]



Slika 28. Skenirana paleta boja za ljeto [1]

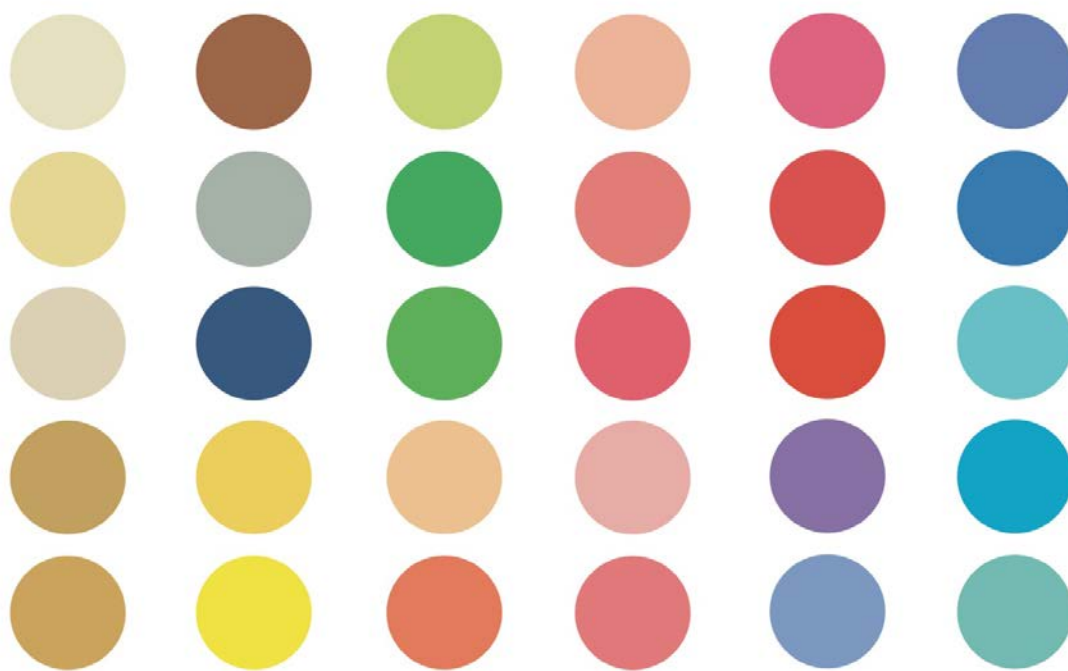


Slika 29. Skenirana paleta boja za zimu [1]

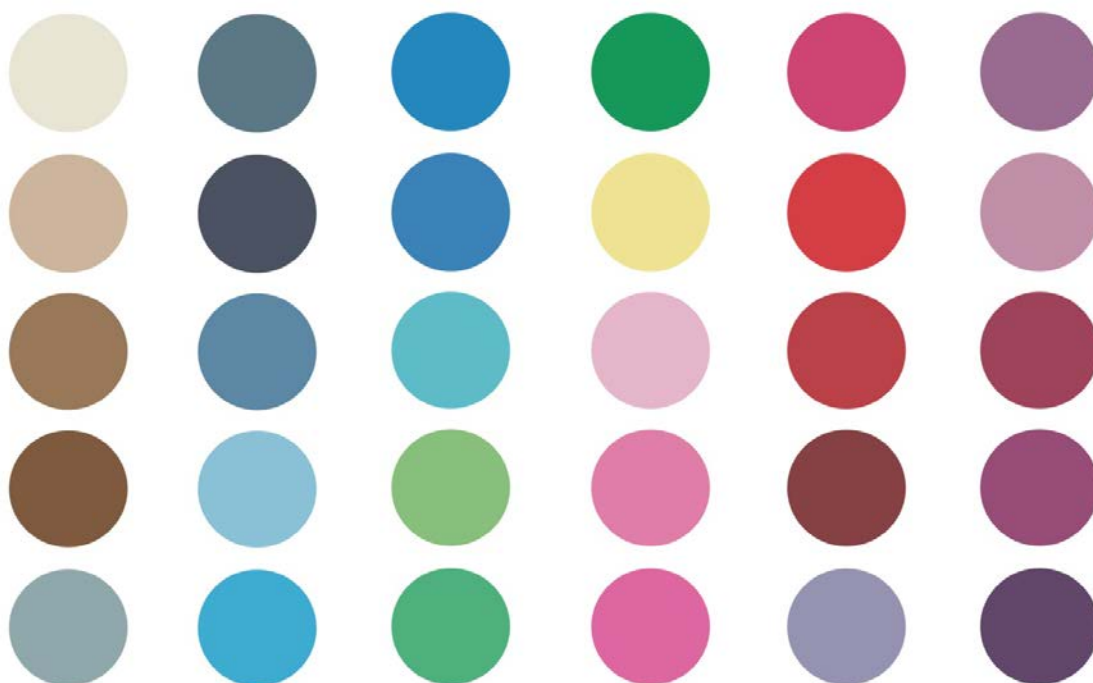
Uz pomoć vrijednosti očitanih u CIE L\*a\*b\* prostoru boja, putem spektrofotometra s ilustracija knjige Carole Jackson, reproducirale su se palete boja četiri godišnja doba i otisnule [1]. Reproducirane palete omogućuju vizualni sažetak diplomskog rada o četiri palete godišnjih doba namijenjenih za odijevanje. U industrijskom modelu klijenti ovakve palete koriste prilikom kupovine odjeće.



Slika 30. Reproducirana paleta boja za jesen

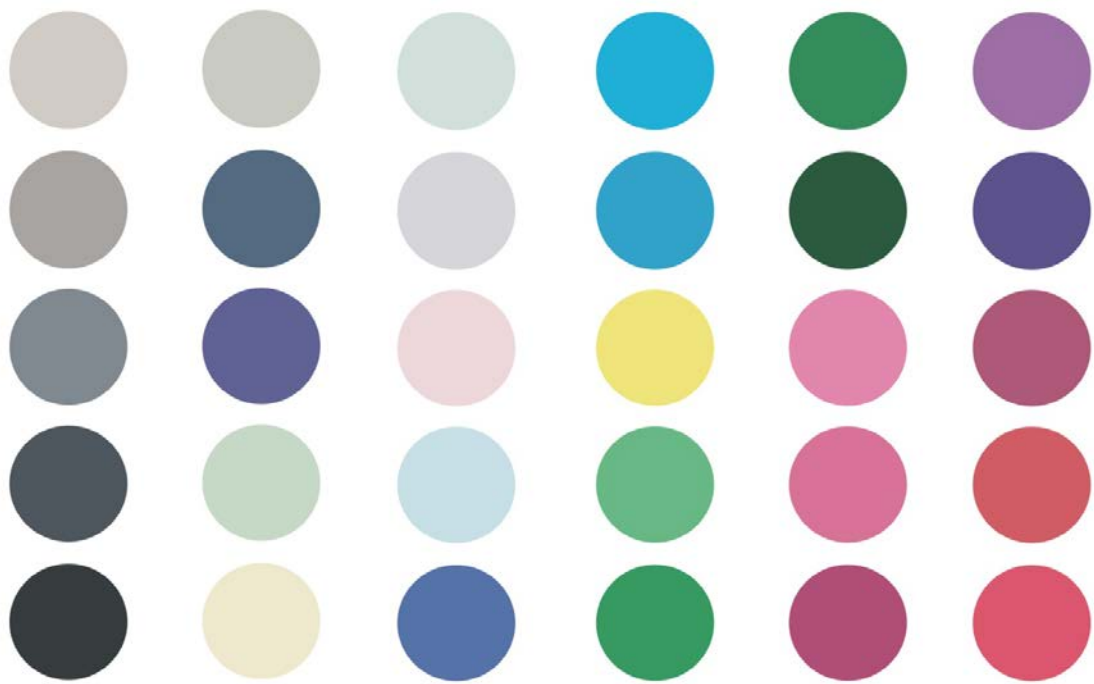


Slika 31. Reproducirana paleta boja za proljeće



Slika 32. Reproducirana paleta boja za ljeto





Slika 33. Reproducirana paleta boja za zimu

### 6.3 Korišteni uređaji i softver

U radu je korišten X-Rite i1 Pro Spektrofotometar (slika 34.). Ovaj spektrofotometar ima raspon valnih duljina od 380 do 730 nm, raspon intenziteta od 0,2 do 1200 cd/m<sup>2</sup>, te optičku razlučivost od 10 nm. Geometrija pod kojom se vrše mjerenja je kut od 45°/0° što znači da iluminacija uzorka dolazi pod kutem od 45°, a mjerenje uzorka vrši se pod kutom od 0° [60], sukladno standardu ISO 13655:2009 [61].

Spektrofotometar je kalibriran na linije od 100% za bijeli standard [60].

Spektrofotometar i1 Pro posjeduje podložak na kojem se nalazi bijelo kalibracijsko polje uz pomoć kojeg se vrši kalibracija za bijeli standard. Spektrofotometar i1 izvodi samo kalibriranje na bijelom standardu. Kalibracija za crni standard na linije od 0% se za većinu uređaja vrši uz pomoć crnog tijela s otvorom koje je obloženo crnim plišem što omogućuje da se svo svjetlo apsorbira uz pomoć crnog tijela [60].

Za unos i obradu kolorimetrijskih podataka koristila se aplikacija ColorShopX. Također prilikom mjerenja spektrofotometrom koristila se crna podloga ispod paleta boja (engl. *black backing*), kako bi se isključio utjecaj otiska sa stražnje strane knjige.

Za statističku obradu dobivenih vrijednosti metodom interklasne korelacije u CIE L\*a\*b\* prostoru boja koristio se softver Microsoft Office Excel 2007, a za izradu dijagrama podataka očitanih spektrofotometrom koristio se softver MATLAB R2013a. Za skeniranje ilustracija iz knjige Carole Jackson koristio se skener s pisačem Samsung SCX-3405W.

Izmjerene vrijednosti svake boje iz paleta četiri godišnja doba reproducirane su uz pomoć CIE L\*a\*b\* vrijednosti u programu Adobe InDesign CS6 i otisnute kako bi se omogućio vizualni sažetak diplomskog rada.



Slika 34. X-Rite i1 Pro Spektrofotometar

#### 6.4 Rezultati istraživanja - interklasna korelacija, dijagrami 4 palete, gamuti

Tablica 3. prikazuje odnose svjetline između četiri palete boja dobivene interklasnom korelacijom. U tablici 4. vidi se korelacija vrijednosti crvene i zelene boje među četiri palete dok se u tablici 5. vidi korelacija vrijednosti žute i plave boje među paletama. Prikaz interklasne korelacije za zasićenje među paletama vidi se u tablici 6. dok tablica 7. daje odnose tonova između paleta.

Tablica 3. Interklasna korelacija za svjetlinu L\* (engl. *lightness*)

	<i>JESEN L*</i>	<i>LJETO L*</i>	<i>PROLJEĆE L*</i>	<i>ZIMA L*</i>
<b>JESEN L*</b>	1,00			
<b>LJETO L*</b>	0,13	1,00		
<b>PROLJEĆE L*</b>	0,31	0,34	1,00	
<b>ZIMA L*</b>	0,28	0,40	0,39	1,00

Tablica 4. Interklasna korelacija za vrijednost a\* (crvena i zelena boja)

	<i>JESEN a*</i>	<i>LJETO a*</i>	<i>PROLJEĆE a*</i>	<i>ZIMA a*</i>
<b>JESEN a*</b>	1,00			
<b>LJETO a*</b>	-0,62	1,00		
<b>PROLJEĆE a*</b>	-0,04	0,33	1,00	
<b>ZIMA a*</b>	-0,38	0,11	-0,45	1,00

Tablica 5. Interklasna korelacija za vrijednost b\* (žuta i plava boja)

	<i>JESEN b*</i>	<i>LJETO b*</i>	<i>PROLJEĆE b*</i>	<i>ZIMA b*</i>
<b>JESEN b*</b>	1,00			
<b>LJETO b*</b>	-0,07	1,00		
<b>PROLJEĆE b*</b>	0,56	0,06	1,00	
<b>ZIMA b*</b>	0,00	-0,25	0,20	1,00

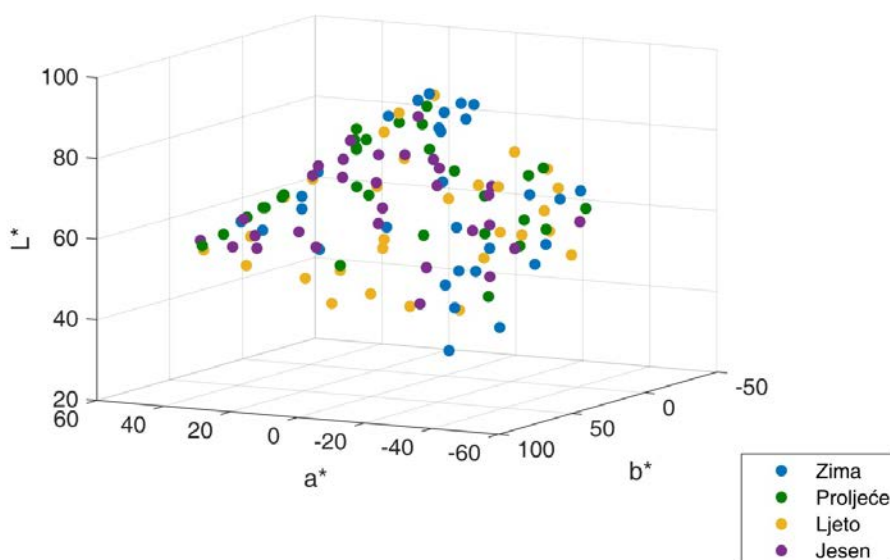
Tablica 6. Interklasna korelacija za zasićenje C\* (engl. *chroma*)

	<i>JESEN C*</i>	<i>LJETO C*</i>	<i>PROLJEĆE C*</i>	<i>ZIMA C*</i>
<b>JESEN C*</b>	1,00			
<b>LJETO C*</b>	0,49	1,00		
<b>PROLJEĆE C*</b>	0,46	0,50	1,00	
<b>ZIMA C*</b>	0,15	0,35	0,00	1,00

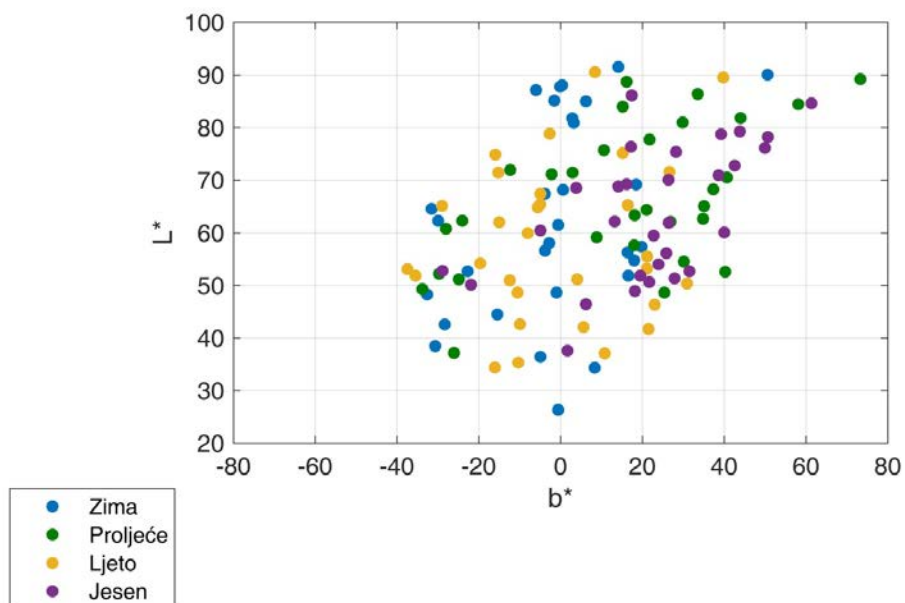
Tablica 7. Interklasna korelacija za ton  $h^0$  (engl. *hue*)

	<i>JESEN <math>h^0</math></i>	<i>LJETO <math>h^0</math></i>	<i>PROLJEĆE <math>h^0</math></i>	<i>ZIMA <math>h^0</math></i>
<b>JESEN <math>h^0</math></b>	1,00			
<b>LJETO <math>h^0</math></b>	0,15	1,00		
<b>PROLJEĆE <math>h^0</math></b>	0,48	0,23	1,00	
<b>ZIMA <math>h^0</math></b>	-0,20	-0,26	0,39	1,00

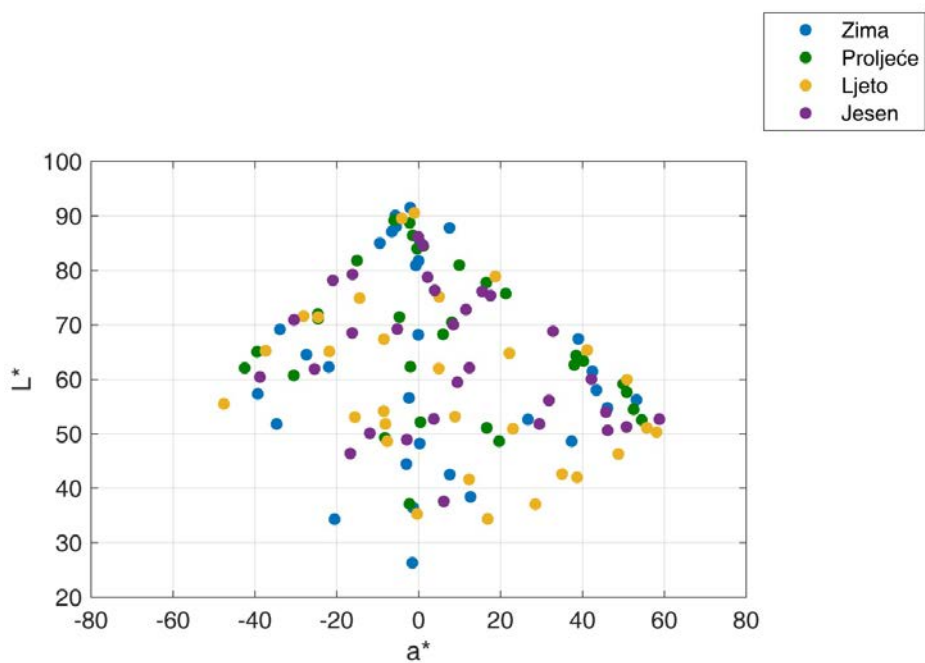
Na slici 35. prikazan je dijagram CIE L\*a\*b\* vrijednosti unutar četiri paleta boja. Tako slika 36. prikazuje odnose svjetline L\* i vrijednosti b\* koordinate koja prikazuje žutu (+b\*) i plavu (-b\*) boju, slika 37. prikazuje odnose svjetline L\* i vrijednosti a\* koordinate koja prikazuje crvenu (+a\*) i zelenu (-a+) boju, te slika 38. prikazuje odnos vrijednosti b\*koordinate žute i plave boje i vrijednosti a\* koordinate koja prikazuje crvenu i zelenu boju.



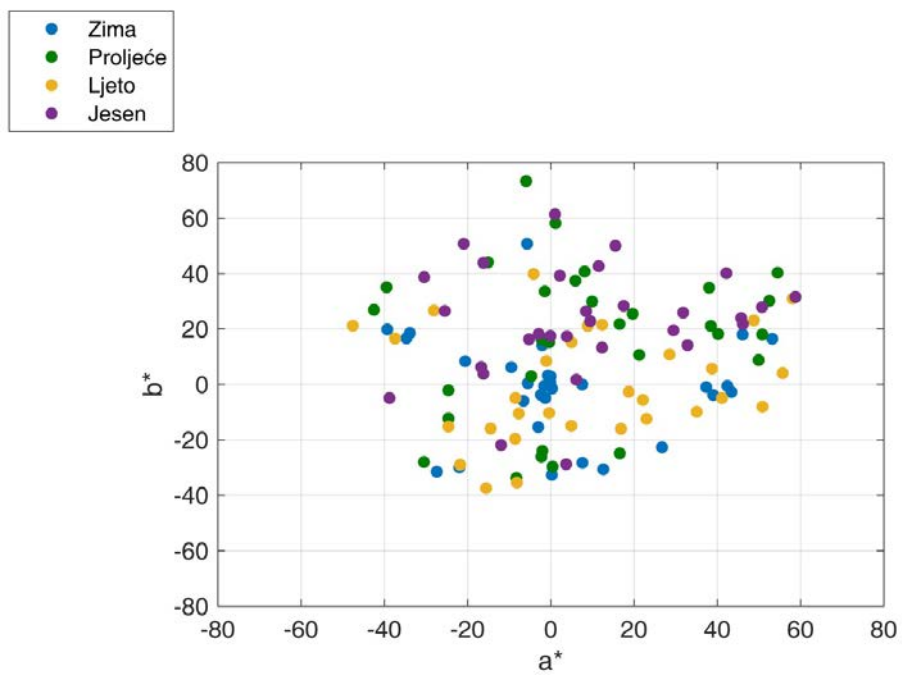
Slika 35. Dijagram CIE L\*a\*b\* vrijednosti svake od četiri paleta boja



Slika 36. Dijagram odnosa svjetline  $L^*$  i vrijednosti  $b^*$  koordinate koja označava žutu i plavu boju svake od četiri paleta boja

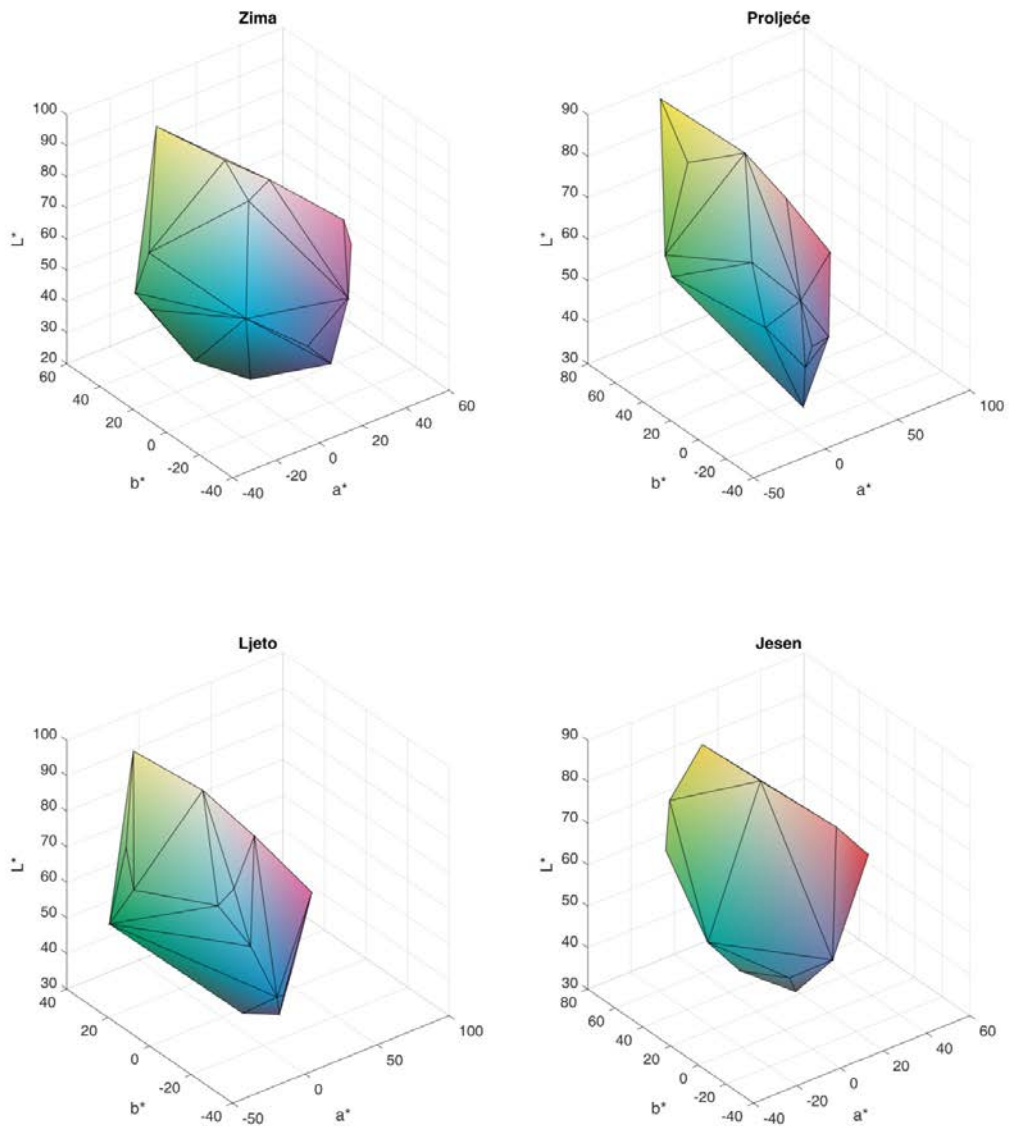


Slika 37. Dijagram odnosa svjetline  $L^*$  i vrijednosti  $a^*$  koordinate koja označava crvenu i zelenu boju svake od četiri paleta boja



Slika 38. Dijagram odnosa vrijednosti  $b^*$ , koordinate koja označava žutu i plavu boju i vrijednosti  $a^*$ , koordinate koja označava crvenu i zelenu boju za svaku od četiri paleta

Slika 39. prikazuje raspon boja unutar svake palete boja bazirane na četiri godišnja doba. Dijagram gamuta ili raspona boja unutar svake palete bazira se na CIE L\*a\*b\* prostoru boja.



Slika 39. Dijagram gamuta unutar svake palete boja na osnovi četiri godišnja doba

## 7. DISKUSIJA REZULTATA

Iz izmjerenih interklasnih korelacija među paletama boja nije ustanovljena statistički značajna korelacija. Međutim vidljivo je da između nekih paleta koeficijent korelacije iznosi ili prelazi 0,5 ili -0,5, pa stoga neka korelacija ipak postoji. Tako koeficijent korelacije za vrijednost  $+b^*$  koji označava žutu boju (slika 24.) prikazuje za paletu jeseni i paletu proljeća koeficijent korelacije 0,56 (tablica 5.) Ova korelacija ima temelj u industrijskom modelu paleta boja prema godišnjim dobima Carole Jackson jer ističe da su palete jeseni i proljeća tople palete u kojim su zastupljeni topli, žuti tonovi poput, narančaste, žute, zlatne i smeđe.

Vidljiva je također i negativna korelacija od -0,62 za palete jesen i ljeto (tablica 4.). Ovdje se primjećuje obrnuto proporcionalna korelacija koje također ima temelj u industrijskom modelu paleta boja. Tako je paleta boje jeseni topla paleta koja sadrži mnoštvo crvenih i crveno smeđih boja (slika 26.). Ova se činjenica očituje na način da u  $L^*a^*b^*$  prostoru boja pozitivna koordinata  $a^*$  označava crvenu boju (slika 24.). Paleta ljeta je hladna paleta u kojoj prevladavaju plave i plavo zelene boje (slika 28.) pa stoga u  $L^*a^*b^*$  prostoru boja ona zauzima negativnu  $a^*$  koordinatu (slika 24.) tvoreći ovu obrnuto proporcionalnu negativnu korelaciju zabilježenu u tablici 4.

Vrijednosti interklasne korelacije zasićenja  $C^*$  u tablici 6. za palete jesen i ljeto prikazuju koeficijent korelacije 0,49, za palete jesen i proljeće 0,44, te za palete ljeto i proljeće 0,5, dok je koeficijent korelacije palete zime u odnosu na druge tri palete relativno nizak (zima - jesen 0,15; zima - ljeto 0,35; zima - proljeće 0). Ova korelacija također ima utemeljenost u komercijalnom modelu paleta boja jer su palete jeseni (slika 26.), proljeća (slika 27.) i ljeta (slika 28.) vrlo bogate zasićenim bojama, dok je paleta zime (slika 29.) bogata varijacijama - ima dio nezasićenih boja i dio zasićenih boja.

Vrijednosti interklasne korelacije tona  $h^0$  (tablica 7.) prikazuju koeficijent korelacije 0,48 za palete proljeće i jesen. Ova korelacije nema neke značajne poveznice s komercijalnim modelom palete boja.

Vrijednosti interklasne korelacije za svjetlinu  $L^*$  u tablici 3. ne prikazuju neku vidljivu korelaciju između paleta.



Iz slika 36., 37. i 38. vidljivo je da paleta zima ima većinu boja na neutralnoj osi  $L^*a^*b^*$  dijagrama (ordinata od ishodišta 0). Tome najvjerojatnije doprinosi činjenica da industrijska paleta boja zime (slika 29.) sadrži oko 1/4 svojih boja u svijetlim i nezasićenim tonovima. Varijacije u svjetlini palete zima jasno se vide na slikama 36. i 37. gdje za vrijednosti svjetline  $L^*$  paleta zima vidljivo dominira s najtamnijim bojama (približno točka 26. na dijagramima 36. i 37.) i najsvjetlijim bojama (približno točka 92. na dijagramima 36. i 37.).

Na slici 36. paleta proljeća ističe se kao paleta s najviše zasićenim bojama. Vrijednost na dijagramu doseže do točke 72. Paleta proljeća najviše je zasićena u području žutih svijetlih boja što ima svoju utemeljenost u komercijalnoj paleti boja. Ova paleta ima izrazito tople boje kao što su zlatno smeđa i žuto crvena (slika 27.).

Iz slike 36. vidljivo je da je paleta ljeto najviše zastupljena u plavim bojama ( $-b^*$ ), a paleta proljeće u žutim bojama ( $+b^*$ ). Slika 37. prikazuje da paleta jesen ima najviše crvenih boja ( $+a^*$ ), a paleta ljeto ima najviše zelenih boja ( $-a^*$ ). I ovi podaci imaju vezu s industrijskim modelom boja gdje je ljeti dominantna plava boja mora i neba, proljeće odiše toplim žutim tonovima sunca, dok je jesen izražajna s crveno smeđom bojom lišća.

Slika 39. prikazuje gamute odnosno raspon tonova između četiri palete godišnjih doba. Na slici se ističe da paleta zima ima najveći gamut, a paleta proljeće najmanji gamut. I ovdje se nazire poveznica s industrijskim modelom paleta boja gdje su klijenti koji pripadaju paleti zima obično vrlo svijetle kože i tamno smeđe ili crne boje kose, dakle vrlo su kontrastni poput same palete koja ima obilje svijetlih, nezasićenih boja i obilje tamnih zasićenih boja. Ovu paletu boja najbolje predstavlja glumica Winona Ryder na slici 18. Paleta zima je također jedina paleta koja sadržava snježno bijelu boju kao i pravu crnu boju što pridonosi činjenici većeg gamuta u odnosu na druge palete. Paleta proljeće iako sadrži zasićene boje, ne sadržava tamne boje što se očituje i u obilježjima klijenata koji pripadaju ovoj paleti. Ovi klijenti imaju svijetlu put, svijetlo smeđu kosu i zelene, plave ili tople smeđe oči, dakle vrlo su svijetli kao i boje koje prevladavaju u paleti. Primjer takve klijentice je glumica Gwyneth Paltrow na slici 12. Također paleta proljeća ne sadrži crnu boju, već tamno plavu kao niti pravu bijelu boju već varijaciju svijetlo žute boje. Ova činjenica također doprinosi smanjenom gamutu palete proljeće.

## 8. ZAKLJUČAK

Na temelju istraživanja koje je provedeno donesen je sljedeći zaključak:

Rezultati istraživanja ukazali su da ne postoji statistički značajna korelacija između boja unutar pojedinih paleta. Kod nekih paleta postoje izrazitije korelacije, ali one bilježe većinom koeficijent korelacije do 0,5. Rezultati koji ukazuju da ne postoji statistički značajna korelacija između četiri palete boja može se objasniti činjenicom da industrijski model četiri paleta boja svoj početak pronalazi u slikarstvu i istraživanjima profesora Johannesesa Ittena u Bauhaus školi u Njemačkoj pod nazivom subjektivna boja. Prema Ittenovim istraživanjima studenti slikarstva su birali svoje subjektivne boje za slike sukladno njihovoj boji kože, kose i očiju u pogledu tona i intenziteta, te da je crna boja igrala važnu ulogu za osobe koje su imale crnu kosu i tamne oči. Ovakva subjektivna istraživanja o boji koja su pronašla put od slikarstva do modne industrije izazovno je kolorimetrijski ispitati i standardizirati.

Premda ne postoji statistički značajna korelacija između pojedinih paleta boja, rezultati istraživanja ipak pokazuju da postoji utemeljenost nekih proizvođačevih tvrdnji da su četiri paleta boja smisleno opisane prema tonu, zasićenju i svjetlini.

Pokazalo se da je interklasna korelacija za palete jesen i proljeće u odnosu na svjetlinu i žutu boju dala korelaciju od 0,5. Industrijski model Carole Jackson navodi da palete jeseni i proljeća pripadaju toplim paletama koje obiluju žutim tonovima. Ovi tonovi imaju poveznicu u prirodi kada u jesen lišće na drveću doživljava promjenu boje u žute, crvene i smeđe, a u proljeće sunce obasjava prve proljetne cvjetove u žutim, žuto crvenim i žuto zelenim tonovima. Tako voditeljica Oprah Winfrey izgleda privlačno u bojama iz svoje palete jeseni kao što su svjetla smeđa i crveno žuto smeđa boja (slika 6.), a glumica Eva Longoria izgleda privlačno u žutoj i žuto zelenoj boji iz svoje palete proljeća (slika 9.).

Istovremeno rezultati istraživanja navode kako je paleta proljeća paleta s najviše zasićenim bojama u kojima prevladava topla žuta boja koja je po svom intenzitetu svjetla pa ova paleta ne posjeduje tamne boje. Izrazito je za paletu proljeća i da ima najmanji gamut od svih paleta, a ovoj činjenici doprinosi i podatak da paleta proljeća ne sadrži crnu i bijelu boju. Tako i klijenti koji pripadaju ovoj paleti imaju obilježja tople

zlatne i crvenkasto svijetlo ili srednje smeđe kose, s kožom toplih tonova i plavom, zelenom ili svjetlo zlatno smeđom bojom očiju kojima ne pristaju tamne boje poput crne ili ih bijela boja čini blijedima, ali im pristaju zasićene boje koje su nježne poput žuto crvenih i žuto zelenih kakve nalazimo u proljeće u prirodi (slike 9., 10. i 11.).

Također je zabilježeno da paleta zima ima većinu boja na neutralnoj osi  $L^*a^*b^*$  dijagrama što se u industrijskom modelu paleta boja odražava u činjenici da je ova paleta bogata velikim rasponom svijetlih nezasićenih boja do vrlo tamnih i zasićenih boja. Ova činjenica najbolje je ilustrirana velikim gamutom što pridonosi i podatak da paleta zima jedina uključuje snježno bijelu i pravu crnu boju. Klijenti koji pripadaju ovoj paleti također su ljudi svijetle boje kože, tamno smeđih očiju i tamno smeđe ili crne kose. Dakle veliki gamut doprinosi velikom svijetlo tamnom kontrastu koje ovi klijenti posjeduju u svojim fizičkim obilježjima.

Naposljetku, rezultati također prikazuju i da postoji utemeljenost proizvođačevih tvrdnji o zastupljenosti određene boje u paleti ovisno o povezanosti te palete s godišnjim dobom u kojem pripada paleta. Tako je paleta ljeto najviše zastupljena u plavim bojama kada se uz jako sunce ističe plavetnilo mora i neba (slika 13), paleta jesen ima najviše crvenih boja jer u jesen drveće i lišće poprima crveno, crveno smeđe i crveno žute boje (slike 6. i 7.), te da paleta proljeće obiluje žutim tonovima jer u proljeće navire prvo proljetno sunce koje obasjava toplo žuto crveno cvijeće, žuto smeđu zemlju i žuto zelenu travu (slika 11.).

Premda se industrijski model četiri palete boja prema Carole Jackson nije pokazao da posjeduje statistički značajnu korelaciju u tonu, zasićenju i svjetlini između svoje četiri palete važno je napomenuti da ovaj model predstavlja prvi takav model u modnoj industriji te da su ideje ovog modela preuzete iz slikarstva. Bilo bi potrebno proučiti novije modele boja prema godišnjim dobima koji uključuje širi i precizniji aspekt paleta boja kao što je model Kathryn Kalisz koji uključuje 12 varijacija paleta boja da bi se ustanovilo da li postoji značajnija statistička korelacija između izrađenih paleta boja.

## 9. LITERATURA

- [1] C. Jackson, *Color me Beautiful*, Second edi. New York: Random House Publishing Group, 1985.
- [2] K. Kalisz, *Understanding Your Color: A Guide to Personal Color Analysis*. Spectrafiles LLC, 1996.
- [3] J. Itten, *The Elements of Color: A Treatise on the Color System of Johannes Itten Based on His Book the Art of Color*. New York: John Wiley & Sons, 1961.
- [4] D. Zyla, *Color your Style: How to wear your true colors*. New York, 2010.
- [5] A. Berndstein, "How to Wear Colour by finding the right shade for you," *Daily Mail Online*, London, 23-Nov-2009.
- [6] V. Henderson and P. Henshaw, *Color Me Confident: Expert Guidance to Help you Look Wonderful and Feet Great*, Third edit. London: Octopus Publishing Group, 2014.
- [7] R. Irene, *Color Analysis Pure and Simple*, First edit. Pleasanton: CreateSpace Independent Publishing, 2015.
- [8] J. Richmond, *Reinvent Yourself with Color Me Beautiful: Four Seasons of Color, Makeup and Style*. Lanham: Taylor Trade Publishing, 2008.
- [9] G. F. Bauer, "Objektivno vrednovanje lokacijski i vremenski ovisnih tendencija boja i individualizacije pomoću modela za analizu boje odjeće," *Tekstil*, vol. 56, no. 3, pp. 158–165, 2007.
- [10] [Online]. Available: [http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2014/09/04/article-0-210DCF4400000578-230\\_634x477.jpg](http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2014/09/04/article-0-210DCF4400000578-230_634x477.jpg). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [11] [Online]. Available: [http://www.notesontheroad.com/images/stories/yings\\_links/Today\\_In/Oprah/OprahWinfrey2.jpg](http://www.notesontheroad.com/images/stories/yings_links/Today_In/Oprah/OprahWinfrey2.jpg). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [12] [Online]. Available: <http://www.aceshowbiz.com/images/wennpic/oprah-winfrey-la-premiere-lee-daniels-the-butler-02.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [13] [Online]. Available: [http://www.eonline.com/eol\\_images/Entire\\_Site/20131013/rs\\_560x415-131113160708-1024.oprah-winfrey.cm.111313\\_copy.jpg](http://www.eonline.com/eol_images/Entire_Site/20131013/rs_560x415-131113160708-1024.oprah-winfrey.cm.111313_copy.jpg). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [14] [Online]. Available: [https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTg29DTs6\\_jSZqIl\\_eNbQnc0i8vipqDY CipEBkDRtXIgohropAv](https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTg29DTs6_jSZqIl_eNbQnc0i8vipqDY CipEBkDRtXIgohropAv). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [15] [Online]. Available: <http://img2-3.timeinc.net/people/i/2015/news/150330/cindy-crawford-1024.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].

- [16] [Online]. Available: <http://thatsnotmyage.com/wp-content/uploads/2016/02/Julianne-Moore-Golden-Globe-winner.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [17] [Online]. Available: <http://www.thisthatbeauty.com/wp-content/uploads/2011/01/Julianne-Moore-Golden-Globes.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [18] [Online]. Available: [http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2015/01/08/247D8DB100000578-2901408-She\\_wore\\_lemon\\_Eva\\_Longoria\\_lit\\_up\\_the\\_Television\\_Critics\\_Association\\_281\\_1420691908583.jpg](http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2015/01/08/247D8DB100000578-2901408-She_wore_lemon_Eva_Longoria_lit_up_the_Television_Critics_Association_281_1420691908583.jpg). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [19] [Online]. Available: <http://cdn.yournextshoes.com/wp-content/uploads/2013/10/Eva-Longoria-Christian-Louboutin.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [20] [Online]. Available: <http://media.salon.com/2014/05/france-cannes-eva-longoria-portraits.jpeg-1280x960.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [21] [Online]. Available: [https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSsK\\_dJAhkRAU5UO\\_8Uo7gvIjJA3mZOdJwPy4RthXzuJYz75-sn](https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSsK_dJAhkRAU5UO_8Uo7gvIjJA3mZOdJwPy4RthXzuJYz75-sn). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [22] [Online]. Available: <http://www.aolcdn.com/photogalleryassets/stylelist/927249/cameron-diaz-straight-hair-706bes082710.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [23] [Online]. Available: <http://www.geokhabar.com/wp-content/uploads/2016/01/cameron-diaz-02apr14-01-1-200x300.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [24] [Online]. Available: [http://a.abcnews.com/images/Entertainment/gty\\_reese\\_witherspoon\\_mm\\_151029\\_31x13\\_1600.jpg](http://a.abcnews.com/images/Entertainment/gty_reese_witherspoon_mm_151029_31x13_1600.jpg). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [25] [Online]. Available: [http://www.hellomagazine.com/imagenes/film/2015020923332/reese-witherspoon-missed-kate-middleton-party/0-121-531/reese witherspoon1--z.jpg](http://www.hellomagazine.com/imagenes/film/2015020923332/reese-witherspoon-missed-kate-middleton-party/0-121-531/reese%20witherspoon1--z.jpg). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [26] [Online]. Available: <http://i.huffpost.com/gen/1558231/thumbs/o-REESE-WITHERSPOON-570.jpg?1>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [27] [Online]. Available: [https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRYJGR71jMnJ0Au9w2Ua2vXVOQKGoyabZppSmIFPhu\\_BAGybdMP](https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRYJGR71jMnJ0Au9w2Ua2vXVOQKGoyabZppSmIFPhu_BAGybdMP). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [28] [Online]. Available: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/42/GwynethPaltrowByAndreRaffin2011.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].

- [29] [Online]. Available: <http://images.boomsbeat.com/data/images/full/160193/2-jpg.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [30] [Online]. Available: <http://www.myfilmviews.com/wp-content/uploads/2012/12/charlize-theron1.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [31] [Online]. Available: [http://www.therealbest.com/img/items/big/531/Charlize-Theron\\_A-Pleased-Woman\\_625.jpg](http://www.therealbest.com/img/items/big/531/Charlize-Theron_A-Pleased-Woman_625.jpg). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [32] [Online]. Available: <http://cdn.24.co.za/files/Cms/General/d/395/82862d3a7ff345809dd186e6acf6c764.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [33] [Online]. Available: [http://2.bp.blogspot.com/\\_O0y35Rwyog/Tupzr7vSPKI/AAAAAAAAAGbU/4zL7u6uvMIM/s1600/thurman-uma-photo-uma-thurman-6226367.jpg](http://2.bp.blogspot.com/_O0y35Rwyog/Tupzr7vSPKI/AAAAAAAAAGbU/4zL7u6uvMIM/s1600/thurman-uma-photo-uma-thurman-6226367.jpg). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [34] [Online]. Available: <http://www3.pictures.zimbio.com/gi/Stars+Vanity+Fair+Oscar+Party+pS6JKxiLWmzl.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [35] [Online]. Available: <http://news-entertainment.net/wp-content/uploads/2015/04/wp-id-06BERGEN-master675.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [36] [Online]. Available: <http://media.gettyimages.com/photos/american-actress-and-model-candice-bergen-is-photographed-for-los-picture-id468844158>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [37] [Online]. Available: <https://phillyfunguide.com/uploads/files/76624521489569559-bergen-candice-jonathan-becker.full.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [38] [Online]. Available: [http://www.lawandorder-fr.com/galerie\\_photos/upload/2011/08/24/20110824145612-01b23868.jpg](http://www.lawandorder-fr.com/galerie_photos/upload/2011/08/24/20110824145612-01b23868.jpg). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [39] [Online]. Available: <https://d3j0sq6zklqddq.cloudfront.net/photos/2013/07/28/53-4257-audrey-hepburn-1374992915.png>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [40] [Online]. Available: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/17/22/05/1722054543cee67f61554b64cb211cc4.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [41] [Online]. Available: <https://www.theoutnet.com/outnet/content/2014/campaigns/victoria-beckham-charity-sale/images/backgrounds/victoria-beckham-background-3-xlarge.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [42] [Online]. Available: [http://cdn-img.instyle.com/sites/default/files/styles/684xflex/public/images/2016/04/041516-victoria-beckham-lead.jpg?itok=1-tXLe\\_r](http://cdn-img.instyle.com/sites/default/files/styles/684xflex/public/images/2016/04/041516-victoria-beckham-lead.jpg?itok=1-tXLe_r). [Accessed: 18-Aug-2016].

- [43] [Online]. Available: <http://blogs-images.forbes.com/anushayhossain/files/2014/10/Victoria-Beckham-victoria-beckham-31410611-2560-1920-1940x1455.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [44] [Online]. Available: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/c3/27/31/c327314320f23de2ca3ebc32e20527ae.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [45] [Online]. Available: [http://a1.files.beautyeditor.ca/image/upload/c\\_fit,cs\\_srgb,dpr\\_1.0,q\\_80,w\\_620/MTE5NDg0MDYzMTcxNzczOTY3.jpg](http://a1.files.beautyeditor.ca/image/upload/c_fit,cs_srgb,dpr_1.0,q_80,w_620/MTE5NDg0MDYzMTcxNzczOTY3.jpg). [Accessed: 18-Aug-2016].
- [46] [Online]. Available: <https://chinomatography.files.wordpress.com/2013/05/winona-ryder-shared-photo-332039580.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [47] [Online]. Available: <http://xdesktopwallpapers.com/wp-content/uploads/2011/06/Winona-Ryder-Smiling-Face-In-Brown-Dress.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [48] [Online]. Available: <http://lh5.ggpht.com/-VimbQW0Tit8/TrK6poQjrUI/AAAAAAAAAIs/nM8uBzZuJjo/s9000/Fresh%2BLook%2BCelebrity%2BHairstyles%2B-%2BPenelope%2BCruz%2B53.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [49] [Online]. Available: <http://www1.pictures.zimbio.com/fp/Penelope+Cruz+Receiving+Star+Hollywood+Walk+t-w79azhgOdx.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [50] [Online]. Available: <http://www1.pictures.gi.stylebistro.com/Global+Green+USA+3rd+Annual+Pre+Oscar+Party+Z2pg9DPlsx8l.jpg>. [Accessed: 18-Aug-2016].
- [51] J. Schneider, "Peacocks and Penguins: The Political Economy of European Cloth and Colors," *Am. Ethnol.*, vol. 5, no. 3, pp. 413–447, 1978.
- [52] A. Brenko, M. Randić, M. I. Glogar, M. Kapović, M. Živković, and K. N. Simonič, *Moć boja: Kako su boje osvojile svijet*. Zagreb: Etnografski muzej, Zagreb, 2009.
- [53] M. Milković, Z. Igor, and D. Vusić, *Kolorimetrija u multimedijским komunikacijama*, I. izdanje. Varaždin: Veleučilište u Varaždinu, 2010.
- [54] M. Fairchild, *Color Appearance Models*, Second edi. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.
- [55] G. Wyszecki and W. S. Stiles, *Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae*, Second edi. New York: Wiley-Classics Library, 2000.
- [56] F. Bunting, *An introduction to the History of Color, Color Theory and Color Measurement*. Grand Rapids: Light Source Computer Images Inc., 1998.

- [57] V. Serdar, *Udžbenik statistike*, Šesto izda. Zagreb: Školska knjiga, 1966.
- [58] G. G. Koch, "Intraclass Correlation Coefficient," in *Encyclopedia of Statistical Sciences*, Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2004.
- [59] R. A. Fisher, *Statistical Methods for Research workers*, Twelfth ed. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1954.
- [60] A. Berger - Schunn, *Practical Color Measurement A Primer for the Beginner A Reminder for the Expert*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1994.
- [61] ISO 13655:2009 Graphic technology - Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images. .



## **DODACI**

### A. Popis slika

Slika 1. Uzorak boja za osobu palete ljeto varijacije „*light*” koje je razvila Kathryn Kalisz

Slika 2. Studija boja kose prema paletama godišnjih doba po metodi Irene Riter

Slika 3. Studija boja očiju prema paletama godišnjih doba po metodi Irene Riter

Slika 4. Ittenov krug boja

Slika 5. Pojednostavljeni koncept paleta boja kroz četiri godišnja doba

Slika 6. Oprah Winfrey u preporučenoj paleti jesen lijevo, desno u bojama izvan palete

Slika 7. Cindy Crawford u paleti jesen lijevo i izvan palete desno

Slika 8. Julianne Moore u paleti jesen lijevo i izvan palete desno

Slika 9. Eva Longoria proljeće gore i lijevo dolje, izvan palete u roza

Slika 10. Cameron Diaz u paleti proljeće lijevo i izvan palete desno

Slika 11. Reese Witherspoon proljeće gore i lijevo dolje, izvan palete u bijelom

Slika 12. Gwyneth Paltrow u paleti proljeće lijevo i izvan palete desno

Slika 13. Charlize Theron u paleti ljeto lijevo i izvan palete desno

Slika 14. Uma Thurman u paleti ljeto lijevo i izvan palete desno

Slika 15. Candice Bergan ljeto gore i lijevo dolje, izvan palete u crnom

Slika 16. Audrey Hepburn u paleti zima lijevo i izvan palete desno

Slika 17. Victoria Beckham u paleti zima

Slika 18. Winona Ryder u paleti zima gore i lijevo dolje, izvan palete u smeđem

Slika 19. Penelope Cruz u paleti zima i izvan palete u smeđoj boji

Slika 20. Paškinje pred crkvom u tradicionalnoj crnini, Pag oko 2000

- Slika 21. Vizualni tristimulusni eksperiment
- Slika 22. Prikaz spektralnih krivulja različito obojenih objekata
- Slika 23. Prikaz HSB modela (lijevo) i HSL modela boja (desno)
- Slika 24. Prikaz konstrukcije CIE  $L^*a^*b^*$  modela boja
- Slika 25. Prikaz CIE  $L^*C^*h^0$  modela boja
- Slika 26. Skenirana paleta boja za jesen
- Slika 27. Skenirana paleta boja za proljeće
- Slika 28. Skenirana paleta boja za ljeto
- Slika 29. Skenirana paleta boja za zimu
- Slika 30. Reproducirana paleta boja za jesen
- Slika 31. Reproducirana paleta boja za proljeće
- Slika 32. Reproducirana paleta boja za ljeto
- Slika 33. Reproducirana paleta boja za zimu
- Slika 34. X-Rite i1 Pro Spektrofotometar
- Slika 35. Dijagram CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednosti svake od četiri paleta boja
- Slika 36. Dijagram odnosa svjetline  $L^*$  i vrijednosti  $b^*$  koordinate koja označava žutu i plavu boju svake od četiri paleta boja
- Slika 37. Dijagram odnosa svjetline  $L^*$  i vrijednosti  $a^*$  koordinate koja označava crvenu i zelenu boju svake od četiri paleta boja
- Slika 38. Dijagram odnosa vrijednosti  $b^*$ , koordinate koja označava žutu i plavu boju i vrijednosti  $a^*$ , koordinate koja označava crvenu i zelenu boju za svaku od četiri paleta boja
- Slika 39. Dijagram gamuta unutar svake palete boja na osnovi četiri godišnja doba

## B. Popis tablica

Tablica 1. Boje za palete četiri godišnja doba za samoprocjenu

Tablica 2. Karakteristike kose, kože i očiju klijenata iz četiri palete za samoprocjenu

Tablica 3. Interklasna korelacija za svjetliu  $L^*$  (engl. *lightness*)

Tablica 4. Interklasna korelacija za vrijednost  $a^*$  (crvena i zelena boja)

Tablica 5. Interklasna korelacija za vrijednost  $b^*$  (žuta i plava boja)

Tablica 6. Interklasna korelacija za zasićenje  $C^*$  (engl. *chroma*)

Tablica 7. Interklasna korelacija za ton  $h^0$  (engl. *hue*)

### C. Popis jednadžbi

#### 1. Jednadžba za opis CIE L\*a\*b\* prostora boja:

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

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

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

#### 2. Modificirana formula za opis CIE L\*a\*b\* prostora boja:

$$L_m^* = 903.3 Y/Y_n$$

#### 3. Formula za opis kromatičnosti u CIE L\*a\*b\* prostoru boja:

$$C_{ab}^* = [ (a^*)^2 + (b^*)^2 ]^{1/2}$$

#### 4. Formula za opis tona u CIE L\*a\*b\* prostoru boja:

$$h_{ab}^* = \arctang (b^*/a^*)^{1/2}$$

#### 5. Formula za kolorimetrijsku razliku u CIE L\*a\*b\* prostoru boja:

$$\Delta E_{ab}^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$$

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

#### 6. Formula za izračun promjene tona u CIE L\*a\*b\* prostoru boja:

$$\Delta H_{ab}^* = (\Delta E_{ab}^{*2} + \Delta L^{*2} + \Delta C_{ab}^{*2})^{1/2}$$

#### 7. Formula za izračun kromatičnosti u CIE L\*C\*h<sup>0</sup> prostoru boja:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

#### 8. Formula za izračun tona u CIE L\*C\*h<sup>0</sup> prostoru boja:

$$h^0 = \arctan (b^*/a^*)$$

#### 9. Formula za interklasnu korelaciju r:

$$r = \frac{1}{Ns^2} \sum_{n=1}^n (x_{n,1} - \bar{x})(x_{n,2} - \bar{x})$$

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^n (x_{n,1} + x_{n,2})$$

$$s^2 = \frac{1}{2N} \left\{ \sum_{n=1}^n (x_{n,1} - \bar{x})^2 + \sum_{n=1}^n (x_{n,2} - \bar{x})^2 \right\}$$