

## Primjena računalnog vrednovanja boje u definiranju harmonijskih odnosa među bojama u dizajnu uzorkovanog tekstila

Dr.sc. **Martinia Ira Glogar**, dipl.ing.

Prof.dr.sc. **Đurđica Parac-Osterman**, dipl.ing.

**Antonija Laštro**, prvostupnik (Baccalaureus) preddiplomskog studija Modnog i tekstilnog dizajna

Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju

Zagreb, Hrvatska

e-mail: martinia.glogar@ttf.hr

Prispjelo 12.3.2012.

UDK 677.017.55:535.66

Izvorni znanstveni rad

*Boja ima snažnu ulogu u stvaranju mišljenja promatrača o promatranom objektu ili prikazu. Određene boje odašilju određene signale te je veoma važno odabrati dobru paletu boja. U dizajnu ključan je odabir boja kojim će se postići kontrast i harmonija kompozicijskih elemenata, koji će kod promatrača osigurati pozitivnu reakciju i prihvaćanje. Kada se postigne ravnoteža i sklad oblika i boja, može se reći da je postignuta harmonija. Prikazi u kojima su boje i oblici postavljeni u harmonijskim odnosima potiču osjet unutarnjeg mira i uravnoteženosti. Na temelju istraživanja provedenih u završnom radu pristupnice Antonije Laštro, ispitana je mogućnost primjene metode računalnog vrednovanja boje u svrhu procjene usklađenosti boja i njihovog postavljanja u kontrastne i harmonijske odnose. Služeći se objektivnim vrijednostima parametara boje prema CIELab sustavu i analizom položaja boje u  $L^*a^*b^*$  prostoru boje, ispitana je mogućnost osiguravanja objektivne usklađenosti tonova. Analiza provedena u radu temelji se na dvije metodologije Johanna Ittena za koordinaciju boja s obzirom na njihova kontrastna svojstva; to je metodologija postavljanja boja u ispravan komplementarni odnos (kontrast) i metodologija triada.*

**Ključne riječi:** objektivno vrednovanje boje, harmonija boje, odnosi boja u dizajnu tekstila,  $L^*a^*b^*$  vrijednosti, prostor boje

### 1. Uvod

Boja ima snažnu ulogu u stvaranju mišljenja promatrača o promatranom objektu ili prikazu. Određene boje odašilju određene signale te je veoma važno odabrati dobru paletu boja. Osim što je važno odabrati dobru paletu boja, važno je i odrediti kontrast te rasporediti boje po kompozicijskim elementima prikaza ili objekta. Također, doživljaj i reakcija promatrača neće ovisiti samo o paleti i skladu boja u promatranom prikazu, već će i pozadinska obojenja i obojenja oko-

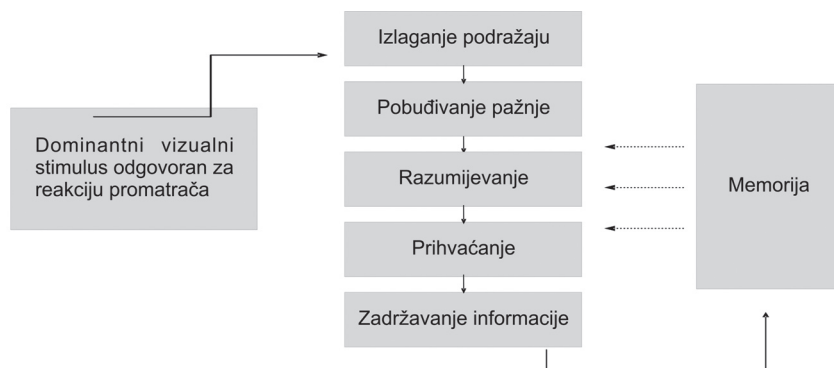
line utjecati na trajno zadržavanje prikazane višebojne kompozicije u memoriji promatrača, sl.1 [1-5].

#### 1.1. Teorija harmonijskih i kontrastnih odnosa među bojama

U dizajnu ključan je odabir boja kojim će se postići kontrast i harmonija kompozicijskih elemenata, koji će kod promatrača osigurati pozitivnu reakciju i prihvaćanje. Kada se postigne ravnoteža i sklad oblika i boja, može se reći da je postignuta harmonija. Prikazi u kojima su boje i

oblici postavljeni u harmonijskim odnosima, potiču osjet unutarnjeg mira i uravnoteženosti [3, 5-11].

Prikazi koji nisu harmonični, promatrač će doživjeti ili dosadnima ili kaotičnima, u svakom slučaju psihofizička reakcija promatrača bit će negativna, odbijajuća. Osim znanstvenika, kroz povijest su i mnogi umjetnici kroz svoje djelovanje na području likovnih umjetnosti razvijali i interes o teoriji boje i znanosti o boji, bavili se harmonijskim odnosima među bojama i pokušajima pronalaska teo-



Sl.1 Shema osnovnih faza promatračevog procesa prihvaćanja vizualnih informacija

retskih zakonitosti harmonije boje [11]. U vrijeme stare Grčke, problematikom harmonije boje bavili su se Pitagora i Aristotel.

Njemački književnik i mislilac Johann Wolfgang von Goethe (1749.-1832.) bavio se razmišljanjima i teoretiziranjem o zakonitostima harmonije boja, proučavao je psihološki učinak boja, kako boje utječu na promatrače i općenito proučavao je vizualni fenomen [11-13].

Njemački slikar Philipp Otto Runge (1777.-1810.) je također smatrao da se s likovnog aspekta moraju postaviti određene teorije, jer su, prema njegovu mišljenju, znanstvenici koji su se do tada bavili teorijom boje, zanemarili određene likovne aspekte boje.

Francuski kemičar Michel Eugene Chevreul (1786.-1889.) je proučavao zakon komplementarnosti i uklopio ga je u pojavu simultanog kontrasta. Engleski kemičar George Field (1777.-1854.) je među prvima postavio teoriju toplih i hladnih boja. Njemački fizičar i meteorolog Wilhelm von Bezold (1837.-1907.) pokušavao je definirati harmonijske triade boja.

Američki slikar i izumitelj sustava Munsell boja, Albert Henry Munsell (1858.-1918.), također je definirao svoj koncept harmonije boja odnosno ravnotežnog odnosa među bojama [11-13].

Njemački kemičar Wilhelm Ostwald (1853.-1932.), također je uočavao i potvrdio da ljudsko oko definitivno

određene kombinacije boja doživljava ugodnima i prihvatljivima (harmoničnima), a neke ne. Stoga je u svojim istraživanjima tražio odgovor na pitanje „zašto je to tako?“ i kako se harmonijski odnosi među bojama mogu definirati određenim zakonima i pravilima [8, 9].

Amerikanac Faber Birren (1900.-1988.) se također bavio odnosom „hladnih“ i „toplih“ boja. Također, Birren je nastojao prikazati i definirati zakonitosti harmonijskih odnosa boja [11-13].

Sve ove postavke i teorije o harmonijskim i kontrastnim odnosima među bojama, objediniti će u jedinstvenu teoriju i postavku osnovnih pravila harmonije i kontrasta Švicarac Johannes Itten (1888.-1967.), likovni umjetnik i jedan od najvećih teoretičara boje. Prema Ittenu, intuicija vođena urođenim talentom mora se dopunjavati teorijama i doktrinama, ne bi li krajnji rezultat bilo uravnoteženo, harmonično djelo kreirano iz obojenih elemenata. Johannes Itten, cit.: „U području boje kao kreativnog elementa ne može se istraživati i stvarati samo na temelju subjektivnog doživljaja, već i na temelju objektivnih načela i pravila. Temeljiti kreativni rad na čistom subjektivnom znači biti sputan i ograničen na stvaralačkom putu prema skladnom i harmoničnom djelu“ [11].

Itten temelji svoju teoriju na umjetnicima, koji kroz povijest nisu potcijenili mogućnost intelektualnog istraživanja svog umjetničkog medija,

boje. Johannes Itten definirao je strategiju za uspješno kombiniranje boja, a kroz svoja istraživanja postavio je pet osnovnih načela stvaranja harmonijskih odnosa boja: diadi, triadi, tetradi, heksadi i analozi i sedam metodologija za koordinaciju boje s obzirom na njihova kontrastna svojstva: kontrast kromatskih tonova, kontrast svijetlo – tamno, kontrast toplo – hladno, komplementarni kontrast, simultani kontrast, kontrast prema kromi i kontrast udjela pojedine boje [11].

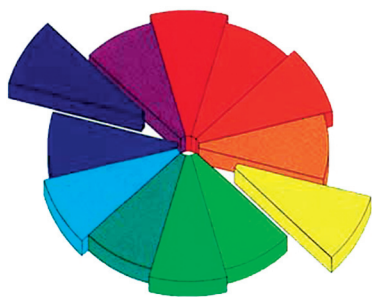
No, iako Itten postavlja određena pravila i konkretnu strategiju za uspješno kombiniranje boje, nazivajući ih objektivnim pristupom, ipak je kompozicija boja nastala prema Ittenovoj strategiji, rezultat subjektivnog doživljaja harmonije boje i kontrasta [11].

### 1.1.1. Teorija komplementarnosti

Komplementaran (lat. *complementarius* – ispuniti, napuniti) znači dopunjujući, dopunski, upotpunjujući. Tako, svaka obojena podloga kao filter propušta ili reflektira svjetlo vlastite boje, a apsorbira svjetlo komplementarne. Jedna boja je komplementarna drugoj ako njihova svjetla, kad se zbroje, daju bijelo svjetlo, a njihovi pigmenti kada se pomiješaju daju sivu [11-15]. Komplementarne boje se, prema Ittenovoj teoriji komplementarnosti, u 12-dijelnom krugu boja (sl.2) nalaze dijametralno jedna nasuprot drugoj. Stavljene jedna uz drugu, komplementarne boje se međusobno pojačavaju, dok pomiješane poništavaju jedna drugu dajući svojom mješavinom neutralni sivi ton. Sve kromatske boje imaju samo po jednu komplementarnu boju [11-15].

Svaki komplementarni par sadrži jednu toplu i jednu hladnu boju, od kojih je jedna primarna a jedna sekundarna boja i nalaze se točno jedna nasuprot drugoj u spektru boja.

Također, svaki komplementarni par ima i svoja svojstva. Tako žuta i plavoljubičasta predstavljaju ne samo komplementarni kontrast već i krajnju vrijednost svijetlo-tamnog kontrasta.



Sl.2 Prikaz komplementarnog odnosa boja u 12-dijelnom krugu boja

Crvenonarančasta i plavozelena čine komplementarni par, dok istovremeno znače i krajnji stupanj hladno-toplog kontrasta. Crvena i zelena su također komplementarne, ali kao dvije zasićene boje imaju i jednaku svjetlinu [11-15].

Načelo komplementarnosti osnova je harmoničnog slaganja boja jer se tako u oku stvara ravnoteža koja je neophodan preduvjet procesa opažanja. Čovjekov osjećaj ravnotežnog odnosa među bojama vezan je uz komplementarni kontrast. U višebojnom prikazu, na kojem postoje komplementarni parovi, ljudsko oko će zamjećivati prvenstveno tu komplementarnost. Isto tako, zbog urođene potrebe za komplementarnom ravnotežom, promatrač će, ako u prikazu ne postoji takva ravnoteža, sam stvoriti privid komplementarnosti (tzv. simultani kontrast). Primjerice, žuta će se uz komplementarnu plavoljubičastu, vizualno doživjeti u punom svom tonu i briljantnosti, dok će uz zelenu, da bi se zadovoljila potreba za komplementarnošću, poprimiti prividno trag plavoljubičaste nijanse. Razlog tomu je ljudska urođena potreba da uz žutu vidi njoj komplementarnu plavoljubičastu, a ne zelenu [11-15].

Kada se komplementarne boje kombiniraju u ispravnim omjerima, rezultat je vizualno statički stabilna slika. U višebojnim prikazima, koji se temelje na komplementarnim kontrastima, harmonijska ravnoteža može se postići i korištenjem kombinacija ne samo komplementara potpune zasićenosti, već i tonovima koji pre-

dstavljaju gradaciju kromatskog tona s obzirom na zasićenost i svjetlinu (čime se dobivaju svjetliji i tamniji tonovi smanjene zasićenosti).

### 1.1.2. Teorija triada

Prema Ittenovoj teoriji triada, tri tona izabrana iz 12-dijelnog kruga boja, čiji položaj u krugu čini trokut, oblikuju skupinu triada. Harmoniju triada mogu sačinjavati boje iz kruga čiji položaj daje oblik istostraničnog trokuta (sl.3) ili jednakokračnog trokuta (sl.4) [11].

Triadi iz oblika istostraničnog trokuta su: žuta/crvena/plava; žutonarančasta/crvenoljubičasta/plavozelena; crvenonarančasta/plavoljubičasta/žutozelena. Kombinacija žuta/crvena/plava, klasična je kombinacija triju likovnih primara i smatra se najčišćim i vizualno najsnažnijim triadom. Harmonija likovnih primara djeluje pobuđujuće na vizualne stimuluse promatrača, a psihofizička reakcija na taj harmonijski triad je pozitivna i prihvaćajuća [11].

Drugi oblik triada je kombinacija boja iz kruga čiji položaj tvori oblik jednakokračnog trokuta. Triadom u obliku jednakokračnog trokuta dobiva se efekt tzv. „razdvojene komplementarnosti“. Naime, ako se iz 12-dijelnog kruga boje odabere par boja koje stoje u nasuprotnom, odnosno komplementarnom odnosu, i ako se jedan od komplementara zamijeni svojim prvim lijevim i desnim susjedom iz kruga boje, tada se dobiva triad u obliku jednakokračnog trokuta odnosno efekt „razdvojene komplementarnosti“, koji osigurava harmoniju triju boja u komplementarnom odnosu [11].



Sl.3 Istostranični triad

Opisani oblici trokuta mogu se rotirati u cjelokupnom krugu boja, tako da se s bilo koje tri boje, čiji položaji u krugu boje zadovoljavaju jedan ili drugi oblik trokuta, postižu harmonijski triadi.

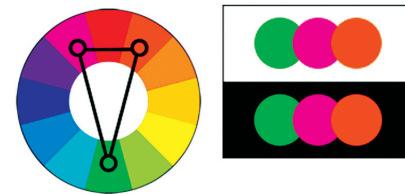
Da bi se boje triada uspješno kombinirale u harmoničnom obliku, jedna boja bi trebala biti dominantna, a druge dvije bi trebale samo akcentirati dominantnu boju.

Harmonijski triadi mogu se postizati i kombinacijama dviju boja iz kromatskog triada s trećom akromatskom crnom ili bijelom [11].

### 1.2. Osnovne značajke računalnog vrednovanja boje

S obzirom na sve veću informatizaciju samog likovnog oblikovanja u uzorkovanju tekstila, ali i proizvodnje uzorkovanog tekstila, poznavanje i korištenje sustava za objektivno, računalno vrednovanje i definiranje parametara boje (svjetline, zasićenosti i tona), postaje neizostavno.

Suvremeni sustavi za proizvodnju uzorkovanog tekstila računalno su vođeni pa se i boja u takvim sustavima definira na temelju preciznih, računalnih vrijednosti. Također, grafički računalni programi koji se koriste u likovnom oblikovanju odnosno dizajniranju uzorkovanog tekstila, temelje svoj „colour management“ na objektivnim vrijednostima boje te omogućuju kreiranje boje na temelju parametara boje prema CIELab sustavu. Takav pristup omogućuje detaljnu studiju svakog parametra boje u procesu dizajniranja, kao i postizanje neočekivanih paleta nijansi koje nastaju kada se ciljano mijenjaju samo pojedini parametri boje [16-21].



Sl.4 Jednakokračni triad – „razdvojena komplementarnost“

Razvoj objektivnog CIELab sustava započinje 1931. godine, prihvaćanjem i standardizacijom CIE sustava (Commission internationale de l'éclairage). CIELab prostor boje najbolje odgovara vizualnoj percepciji boje, a definiran je kao sustav **su-protvinih koordinata boje**. Prostorni prikaz sustava definiran je  $a$ ,  $b$  koordinatama smještenim u pravokutnom koordinatnom sustavu, koordinata  $a$  definira crveno–zelenu os, a koordinata  $b$  žuto–plavu os. Ton boje u CIELab prostoru boje definira se kutom između  $a^*$  i  $b^*$  koordinata, vrijednostima od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ . Vrednovanje tonova počinje od  $+a^*$  koordinate čija vrijednost tona  $h^*$  iznosi  $0^\circ$ , vrijednost koordinate  $+b^*$  =  $90^\circ$ , koordinate  $-a^*$  =  $180^\circ$ , a koordinate  $-b^*$  =  $270^\circ$ . Sustav definira i vrijednost svjetline koju označava sa  $L^*$ , a definirana je skalom od  $0 =$  crno do  $100 =$  bijelo. Za neutralne (akromatske) boje (bijela, siva, crna)  $a=0$ ,  $b=0$ . Prikazom u koordinatnom sustavu  $a^*/b^*$ , dobiva se položaj boje i zasićenost tona na svakoj razini svjetline [16-21].

Kroma (zasićenost) definirana je udaljenošću boje od središnje točke definirane sjecištem  $a^*$  i  $b^*$  koordinata, koja označava točku akromatičnosti. Znači, u središtu dijagrama pozicionirane su akromatske boje – crna, bijela i siva, a što je boja udaljenija od središta to je zasićenija i čišća.

U radu je ispitana mogućnost primjene metode računalnog vrednovanja boje u svrhu procjene usklađenosti boja, te njihovog postavljanja u kontrastne i harmonijske odnose. Služeći se objektivnim vrijednostima parametara boje prema CIELab sustavu i analizom položaja boje u  $L^*a^*b^*$  prostoru boje, ispitana je mogućnost osiguravanja objektivne usklađenosti tonova.

Analiza provedena u radu temelji se na dvije metodologije Johanna Ittena za koordinaciju boja s obzirom na njihova kontrastna svojstva, a to je metodologija postavljanja boja u

ispravan komplementarni odnos (kontrast) i metodologija triada.

## 2. Eksperimentalni dio

U ovom radu korištena je računalna baza podataka koja sadrži objektivne brojčane informacije o parametrima boja, temeljene na CIELab sustavu preciznog, brojčanog definiranja boje, a na temelju kojih su definirani tonovi i njihovi međusobni odnosi u dizajniranju prikazanih uzoraka.

Računalna baza objektivnih vrijednosti boje dobivena je na temelju spektrofotometrijskog mjerenja tekstilnih uzoraka pomoću mjernog instrumenta – spektrofotometra, DataColor, SPF 600+CV. Iz spomenute baze podataka, koja sadrži informacije o nekoliko tisuća boja različitih vrijednosti osnovnih parametara – svjetline, zasićenosti i tona, odabrano je, u prvoj fazi, oko 594 različitih boja raspoređenih kroz čitav prostor boja, kroz sva četiri kvadranta na različitim razinama svjetline. Izabrana grupa tonova prikazana je u CIELab prostoru boje, s obzirom na njihovu svjetlinu, zasićenost i ton, sl.5.

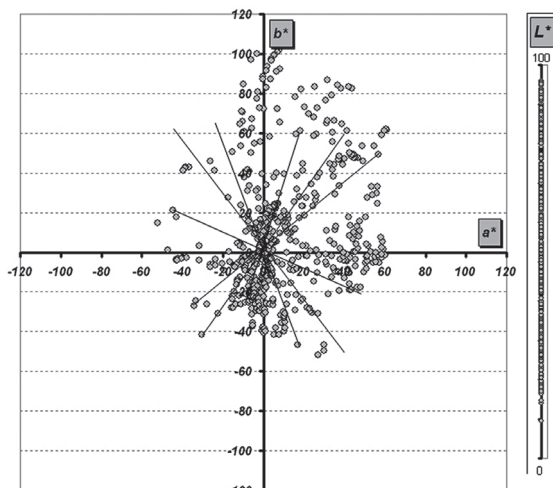
Načelo odabira boja koje su u komplementarnom odnosu prikazano je na sl.5. Prema primjeru prikazanom na slici, tonovi koji se nalaze na prikazanim dijagonalama u prostoru boje, nalaze se u komplementarnom odnosu.

Izabrani tonovi boja, koji se prema svojim  $L^*a^*b^*$  vrijednostima nalaze u komplementarnim odnosima, korišteni su za daljnju realizaciju uzoraka i stvaranje kolekcije predložaka za uzorkovani tekstil. Uzorci su izrađeni tehnikom računalnog uzorkovanja i dizajniranja. Korišteni su računalni programi „Deluxe Paint II Enhanced 3.0“, „Jasc Paint Shop Pro“ i „Adobe Photoshop CS3“. Program „Adobe Photoshop CS3“ omogućuje unos  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  koordinata prema CIELAB sustavu brojčanog vrednovanja boje, čime se osigurava precizna reprodukcija točno određene boje definiranih karakteristika.

## 3. Rezultati i rasprava

Dizajniranje, bilo da se radi o tekstilnom i modnom dizajnu ili drugoj grani dizajna, podrazumijeva uporabu likovnih elemenata linije, plohe i boje sa svrhom stvaranja harmonične i promatraču privlačne kompozicije. Od navedenih elemenata, boja se može definirati kao jedna od dominantnih osjetilnih karakteristika na temelju koje promatrač definira svijet oko sebe i donosi određene odluke. Stoga je postizanje pozitivnog odnosa među bojama ključno u razvoju modnih „brendova“ i općenito u dizajnu.

Svrha je bila pokazati kako sagledavanje boje u preciznim, objektivnim parametrima, može osigurati pos-



Sl.5 Prikaz CIELab trodimenzionalnog koordinatnog prostora boje

tizanje točno željenih kontrasta i odnosa među bojama, koje bi se zasigurno teže postizalo na temelju subjektivnog doživljaja i intuitivne reakcije.

Korištena je računalna baza podataka boja koja sadrži objektivne brojčane informacije o parametrima boja temeljene na CIELab sustavu i smještaja izabranih tonova boje u CIELab prostoru boje ( $L^*a^*b^*$  dijagramu) preciznog, brojčanog vrednovanja boje na temelju instrumentalnog mjerenja.

Analiza tonova korištenih za izradu predložaka uzorkovanog tekstila, temeljila se u radu na dvije metodologije Johanna Ittena za koordinaciju boja: metodologija postavljanja boja u komplementarni odnos (kontrast) i metodologija triada [11].

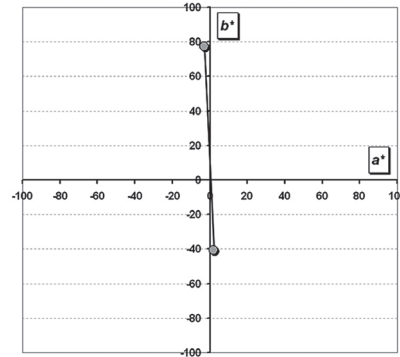
U  $L^*a^*b^*$  dijagramu komplementarni su oni tonovi koji stoje jedan nasuprot drugom s obzirom na dijagonalu kroz središte prostora boje (sl.5). Na taj način moguće je precizno, za svaki pojedini ton, odrediti vrijednost njegovog komplementara. Vrlo je važno također uzeti u obzir i parametar svjetline. Naime, ako se želi postići kombinacija kromatskog tona s akromatskim tonom svjetlije ili tamnije sive, tada se preporučuje, u svrhu postizanja harmoničnog odnosa, uzeti akromatsku varijantu tona koji je komplementaran izabranom kromatskom tonu. Primjerice, ako se prikazuju elementi dizajna crvenog kromatskog tona na sivoj podlozi, tada se preporučuje da izabrani sivi ton bude akromatska varijanta komplementara crvenoj, a to je zelena. Dobiveni rezultati prikazani su tablično i grafički u  $a^*/b^*$  prostoru boja.

### 3.1. Komplementarni odnos kromatskih tonova

Primjer 1 Komplementarni odnos kromatskih tonova – žutog i plavog tona  
Iz grafičkog prikaza vidljivo je da se izabrani tonovi nalaze dijametralno suprotni jedan drugom, odnosno može se reći da su međusobno komplementarni.

Tab.1 Kolorističke koordinate plave i žute boje

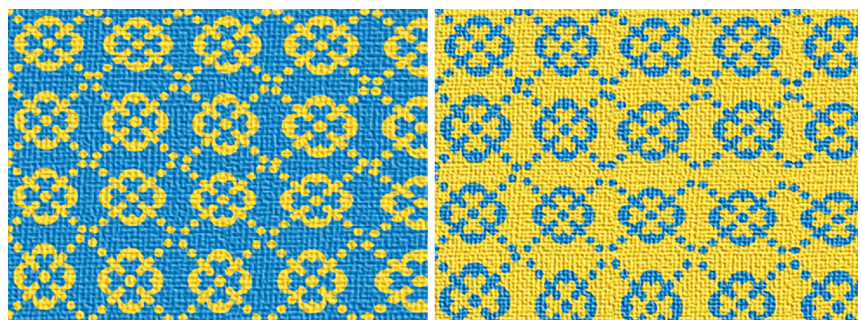
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^*$
Plava	51,95	0,33	-40,76	40,76	270,46
Žuta	88,77	-3,15	77,55	77,61	92,32



Sl.6 Prikaz položaja odabranih tonova iz tab.1 u  $a^*/b^*$  dijagramu

Da bi se osigurala veća preciznost odabira točno suprotnih-komplementarnih tonova, načelo određivanja provedeno je na sljedeći način: u prvom koraku izabran je žuti ton  $h^* = 92,32^\circ$  (tab.1), koji je za  $2,32^\circ$  pomaknut od osnovne žute koordinate  $+b^*=90^\circ$  u gornji lijevi kvadrant  $a^*/b^*$  dijagrama (sl.6).

Stoga je plavi ton komplementaran žutom tonu, definiran tako da je za istu vrijednost,  $2,32^\circ$ , pomaknut od osnovne plave  $-b^*=270^\circ$  koordinate prema donjem desnom kvadrantu  $a^*/b^*$  dijagrama. Tako je definirana vrijednost plavog tona  $h^* = 272,32$ , čime je dobiven precizno definiran, dijametralno suprotan – komplementaran ton žutoj. Na temelju dobivene vrijednosti tona  $h^*$  tražen je odgovarajući uzorak boje iz računalne baze podataka, te je odabrana boja



Sl.7 Prikaz dizajna uzorkovanog tekstila temeljenog na komplementarnom odnosu izabranog plavog i žutog tona

$L^*a^*b^*$  vrijednosti prikazanih u tab.1. Odnos izabrane žute i plave prikazan je dizajnom uzorkovanog tekstila, sl.7.

Prikazani uzorci dobiveni su, kao što je rečeno, kombinacijama komplementara koji u  $a^*/b^*$  prostoru boje stoje jedan nasuprot drugom uzduž  $b$  osi, tvoreći komplementarni par plave i žute.

Žuta je boja visoke vlastite svjetline koju karakterizira iznimna energija boje. Svaka boja u vidljivom dijelu spektra, koju čovjek percipira, s obzirom na frekvenciju pripadajuće valne duljine, ima i svoju specifičnu energiju svjetla. Upravo je ta energija onaj čimbenik koji definira cjelokupni psihofizički doživljaj promatrača, na temelju kojeg promatrač donosi odluku doživljava li postavljeni odnos boja kao harmoničan, ugodan a time i prihvatljiv ili ne [3, 4, 11].

Stoga su znanja o tome kako djelovati bojom, kako usmjeriti energiju boje svjetla i kontraste koji iz nje proizlaze, u kreiranju višebojnog prikaza i prezentabilnog okruženja u modnom prikazu i izričaju, esencijalna u stvaralaštvu dizajnera. S obzirom na svojstvo žute boje kao boje iznimno visoke energije, ona kod promatrača izaziva stimulirajući podražaj na temelju kojeg promatrač najprije percipira elemente upravo u toj boji. Zato žuta boja mora biti tako ukomponira-

na u cjelokupni prikaz, da se istakne željeni element, a da se pri tome ne naruši ukupna kompozicija [3, 4, 11].

Također, osim zadovoljavajućeg komplementarnog odnosa, u kombinacijama sa žutom bojom i ostalim tonovima koje karakterizira visoka vlastita svjetlina, potrebno je voditi računa o udjelima pojedinog tona, da bi se postigla zadovoljavajuća harmonija. U protivnom može doći do tzv. vizualne kompetitivnosti. Vizualna kompetitivnost je pojava pri kojoj dva ili više objekata u vidnom polju, približno iste zasićenosti i naglašene refleksije (naglašene svjetline i energije), podjednakim intenzitetom privlače pažnju promatrača. Takva pojava rezultira zbuđenom vizualnom reakcijom promatrača, zbog čega promatrač ne vizualizira niti jedan od takvih objekata u potpunosti. Zato je za postizanje harmonijskog odnosa boja različitih energetskih razina, jedan od ključnih elemenata udio pojedine boje [3, 4, 11].

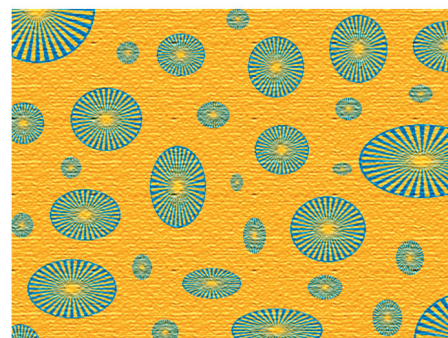
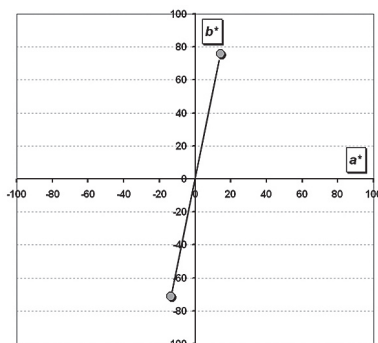
Kombinacija 2, sl.7, primjer je prevelikog udjela žute boje, pri čemu žuta preuzima dominaciju zbog svoje naglašene energije i elementi u plavoj boji postaju nedovoljno uočljivi. Zadovoljavajući ravnotežni udjeli dvaju komplementara postignuti su u Kombinaciji 1. U svom komplementarnom odnosu, žuta i plava su boje i naglašenog kontrasta svijetlo - tamno. Zbog toga se kod kombinacija žute i plave mora voditi posebno računa o udjelima svake boje.

Primjer 2 Komplementarni odnos kromatskih tonova - žutonarančastog i zelenoplavog tona

Komplementarni tonovi prikazanog uzorka definirani su na istom načelu kao i za prethodne uzorke. Izabran je žutonarančasti ton vrijednosti  $h^* = 79,23$ , te je definirana razlika vrijednosti izabranog tona u odnosu na koordinatu  $+b^*=90^\circ$ , koja iznosi  $10,77^\circ$  s pomakom u gornji desni kvadrant  $a^*/b^*$  prostora boje. Kao i u prethodnom primjeru, definirana je vrijednost zelenoplavog – komplementarnog tona, koja je za istu vrijed-

Tab.2 Kolorističke koordinate žutonarančastog i zelenoplavog tona

	L*	a*	b*	C*	h*
Zelenoplava	47,1	-13,6	-71,4	72,7	259,23
Žutonarančasta	82,6	14,4	75,7	77,05	79,23



Sl.8 Prikaz položaja odabranih tonova iz tab.2 u  $a^*/b^*$  dijagramu i realizirani uzorak

nost,  $10,77^\circ$ , pomaknuta od osnovne  $-b^*=270^\circ$  prema donjem lijevom kvadrantu  $a^*/b^*$  dijagrama.

Tako je definirana vrijednost zelenoplavog tona  $h^* = 259,32$ , čime je dobiven precizno definiran, dijametralno suprotan – komplementaran ton žutonarančastoj.

Na temelju dobivene vrijednosti tona  $h^*$  tražen je odgovarajući uzorak boje iz računalne baze podataka, te je odabrana boja  $L^*a^*b^*$  vrijednosti prikazanih u tab.2.

Prikazani uzorak (sl.8) zanimljiv je i kao primjer uporabe specifičnih elemenata dizajna u službi postizanja vizualne ravnoteže s obzirom na udio i energetsku dominaciju. Kao što je već ustanovljeno, žuta, pa tako i žutonarančasta, je boja naglašene energije i s obzirom na svoju energetsku dominaciju nad svojim komplementarom, trebala bi biti zastupljena, prema Ittenu, 1/4 u odnosu na 3/4 svog komplementara [11]. U prikazanom primjeru udio žutonarančaste je znatno veći, no uporabom prugastih elemenata u zelenoplavoj boji dobiva se na dinamici koja dodatno stimulira percepciju plavozelene boje. Time se umanjuje dominacija žutonarančaste

i ta dva komplementara se u takvom prikazu dovede u ravnotežu.

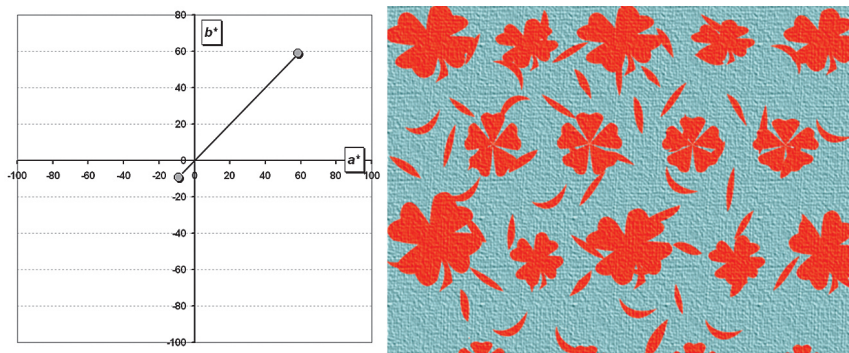
Primjer 3 Komplementarni odnos kromatskog tona s kromatsko-akromatskim – zelenoplava sa žutonarančastom

Prikazani uzorak primjer je postavljanja komplementarnog odnosa između kromatskog i akromatsko-kromatskog tona.

Tonovi prikazanog uzorka definirani su kao i za prethodne uzorke. Objektivna vrijednost narančastog tona, prema CIEALB-u, iznosi  $h^* = 45,4$ . U odnosu na koordinatu  $+b^*=90^\circ$ , definirana je razlika koja iznosi  $44,6^\circ$  s pomakom u gornji desni kvadrant  $a^*/b^*$  prostora boje. Vrijednost plavozelenog – komplementarnog tona definirana je tako da je pronađen ton koji je za istu vrijednost,  $44,6^\circ$ , pomaknut od osnovne  $-b^*=270^\circ$  prema donjem lijevom kvadrantu  $a^*/b^*$  dijagrama, te iznosi  $h^* = 225,4$ . Time je definirana vrijednost plavozelenog tona, čime je dobiven precizno definiran, dijametralno suprotan – komplementaran ton narančastoj. Na temelju dobivene vrijednosti tona  $h^*$  tražen je odgovarajući uzorak tona ali niske kromatičnosti (sivog) iz

Tab.3 Kolorističke koordinate plavozelenog i narančastog tona

	L*	a*	b*	C*	h*
Plavozelena	72,1	-9,06	-9,32	13	225,8
Narančasta	57,26	58,32	59,13	83,05	45,4



Sl.9 Prikaz položaja odabranih tonova iz tab.3 u a\*/b\* dijagramu i realizirani uzorak

računalne baze podataka, te je odabrana boja L\*a\*b\* vrijednosti prikazanih u tab.3.

Naime, uobičajeno je da se komplementarni odnos postavlja između kromatskih tonova, no izuzetno je važno i kod usklađivanja akromatskih varijanti postići određenu ravnotežu. Psihološki je dokazano da pojava paslike kao i efekt simultanog kontrasta svjedoče o tome da je oku potrebna uravnoteženost svake boje s komplementarnim parom, zbog čega oko spontano stvara komplementarnu boju u slučaju da ova nije prisutna. Prema tome, kada se određena kromatska boja nalazi na sivoj, neutralnoj podlozi, oko će, zbog urođene potrebe za komplementarnim odnosima, stvoriti iluziju komplementarnosti i siva neutralna podloga poprimit će ton komplementaran kromatskom tonu prikazanom na toj neutralnoj podlozi. Tako će siva na kojoj se nalazi žuta, oku postati plavkasta, a siva na kojoj se nalazi crvena će oku postati zelenkasta [3, 4, 11].

Poznavanje teorije o kontrastnim odnosima među bojama i razumijevanje fenomena simultanog kontrasta, omogućit će likovnim umjetnicima i dizajnerima prepoznavanje situacija u kojima će se pojaviti takav efekt i donošenje odluke je li to željena pojava ili se treba određenim metodama suzbiti. Također, svatko tko ima teoretska znanja poznavat će točno metode zaobilazanja i suzbijanja pojave simultanog kontrasta u situacijama kada je takva pojava neželjena [3, 4, 11].

Prema metodici modifikacije Johannes Ittena i zaobilazanja pojave simultanog kontrasta, ako se akromatska siva podloga prikaže u blagoj kromatsko-akromatskoj varijanti s jedva primjetnim tonom koji je komplementaran kromatskom tonu prikazanom na takvoj podlozi, već će realno biti prikazan odnos koji bi oko samo prividno kreiralo [3, 4, 11].

Time je izbjegnuta pojava prividnog modificiranja nijanse i pojava simultanog kontrasta koja podrazumijeva privid nerealne nijanse [3, 4, 11]. Zato je i kod prikazanog primjera korištena kromatsko-akromatska siva s blagim, jedva primjetnim plavozele- nym tonom koji odgovara komplementarnu narančaste.

### 3.2. Odnos tonova na načelu triada

Kod uklapanja treće boje uz boje komplementarnog kontrasta mora se uzeti u obzir da takvo uklapanje boja može dovesti do disharmonije. Prema teoretičaru Johannesu Ittenu, kod uklapanja treće boje s komplementarnim parom, harmonija se može postići ako se poštuje tzv. pravilo triada. Naime, pravilo triada kaže, ako se jedan od komplementara iz komplementarnog para zamijeni sa svojim

prvim lijevim i desnim susjedom iz 12-dijelnog kružnog dijagrama boje, tada se osigurava harmonija triju boja u komplementarnom odnosu, odnosno dobiva se efekt tzv. razdvojene komplementarnosti [3, 4, 11, 14, 15].

Primjer 4 Komplementarni odnosi dvaju tonova s dodatkom trećeg tona u kombinaciji

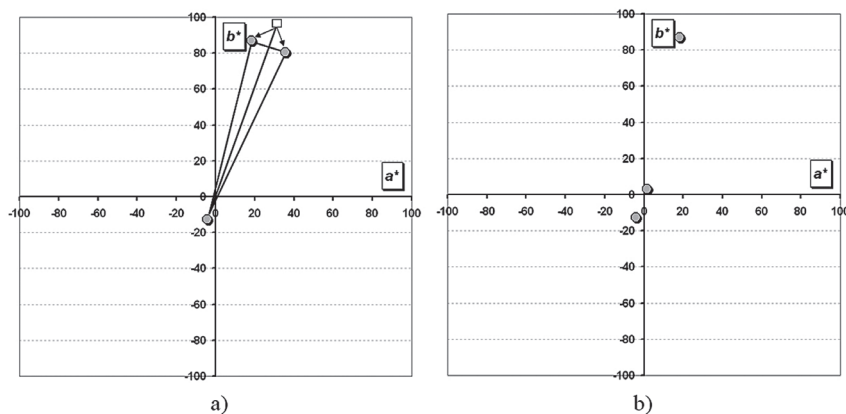
Prikazani uzorak je rađen prema pravilu triada. Na sl.10a i b, prikazano je načelo definiranja tonova koji su u odnosu triada prema postavkama Johannes Ittena. Odabrani su tonovi iz žutonarančastog/plavozelenog područja prostora boje (sl.10a). Najprije je definiran položaj odabranog plavozelenog tona u L\*a\*b\* dijagramu, za koji vrijednost tona h\* iznosi 250°. Zatim je definiran komplementar izabranom plavozelenom tonu koji se nalazi točno na tonu h\*= 72,12° (dijametrala označena bijelim kvadratićem – sl.10a).

U sljedećem koraku su, prema načelu triada, da bi se od definirane dvije boje dobilo tri boje koje će biti u harmonijskom odnosu razdvojene komplementarnosti, definirani žutonarančasti tonovi koji se u a\*/b\* prostoru boja, po vrijednosti tona h\*, nalaze desno i lijevo od čistog komplementara h\*= 72,12°. Da bi se navedeni susjedni tonovi precizno odredili, definirana je proizvoljna razlika u odnosu na čisti komplementar u iznosu od 17,88°. Vrijednost tona „lijevog susjeda“ dobivena je prema sljedećem načelu: 72,12° - 17,88° = 54,24; za „desnog susjeda“: 72,12° + 17,88° = 90,00. Položaj dobivenih tonova u odnosu triada prikazan je na sl.10a.

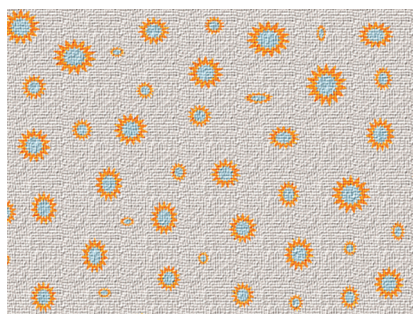
Kao što je vidljivo, sva tri tona, prema a\*/b\* koordinatama, su kromatski (zasićeni) tonovi, s manjim izuzetkom

Tab.4 Kolorističke koordinate sivog, zelenoplavog i žutonarančastog tona

	L*	a*	b*	C*	h*
Siva	84	1,43	3,22	3,52	66,05
Zelenoplava	78,68	-4,54	-12,56	13,35	250,13
Žutonarančasta	71,85	21,47	86,8	89,4	76,10



Sl.10 a i b Prikaz načela traženja triada na temelju objektivnih CIELab vrijednosti i prikaz u  $a^*/b^*$  dijagramu



Sl.11 Prikaz dizajniranog uzorka prema načelu triada

zelenoplavog tona koji ima nešto nižu zasićenost ali još uvijek pripada skupini kromatskih tonova s uočljivim dominantnim tonom. No, željelo se prikazati kombinaciju triada sa uklopljenom akromatskom (sivom) bojom.

Zato je u sljedećem koraku „desni susjed“ žutonarančastog tona pomaknut prema točki akromatičnosti, zadržavajući istu vrijednost tona ali sa smanjenom kromom (sl.10b).

Tako je precizirana akromatska varijanta kromatskog „desnog susjeda“ definiranog triada. Time je završen proces preciznog definiranja vrijednosti parametara boje, koje su u procesu dizajniranja unesene u računalni program za izradu uzorkovanih predložaka (sl.11). Tako je učinjen precizan odabir boja temeljen na analizi objektivnih parametara boje, čime je osiguran ravnotežni odnos izabra-

nih tonova i harmonija komplementarnog odnosa.

#### 4. Zaključak

Poznavanje objektivnih, računalnih načela vrednovanja parametara boje može biti temeljno u radu dizajnera u postizanju sklada i harmonije obojenih likovnih elemenata i motiva, kako bi se postigla željena, pozitivna reakcija promatrača i proizveo osjećaj ravnoteže i prihvaćanja.

Za dizajnera estetska uravnoteženost važnija je od mogućnosti preciznog određivanja malih razlika u boji. Dizajneru nije toliko važno precizno odrediti stvarnu razliku među bojama, koliko mu je važno postići harmonijski odnos među bojama, a takav pristup upravo nudi mogućnost utvrđivanja harmonijskih odnosa među bojama.

Također, grafički računalni programi koji se koriste u likovnom oblikovanju odnosno dizajniranju uzorkovanog tekstila temelje svoj „colour management“ na objektivnim vrijednostima boje, te omogućuju kreiranje boje na temelju parametara boje prema CIELab sustavu. Takav pristup omogućuje detaljnu studiju svakog parametra boje u procesu dizajniranja, kao i postizanje neočekivanih paleta nijansi koje nastaju kada se ciljano mijenjaju samo pojedini parametri boje.

Pokazalo se da CIELab objektivni sustav za precizno, brojčano vredno-

vanje parametara boje i smještaj boje u  $a^*/b^*$  koordinatni prostor, može poslužiti kao izvrstan alat u traženju i potvrdi odnosa među bojama kroz čitavi prostor boja, u njihovoj kromatskoj ili akromatskoj varijanti.

Potvrđeno je da se na temelju objektivnih vrijednosti boje može, s većom sigurnošću procjenjivati usklađenost kromatskih i akromatskih tonova, te njihovo postavljanje u harmonijske i kontrastne odnose.

Na primjeru 3, pokazano je načelo korištenja računalnih vrijednosti parametara boje prema CIELab sustavu u procesu usklađivanja kromatskog i akromatskog tona u komplementarnom odnosu, pri čemu je prikazana metoda izbjegavanja pojave prividnog modificiranja nijanse i pojave simultanog kontrasta koja podrazumijeva privid nerealne nijanse. Naime, kada se određena kromatska boja nalazi na sivoj, neutralnoj podlozi, oko će, zbog urođene potrebe za komplementarnim odnosima, stvoriti iluziju komplementarnosti i siva neutralna podloga poprimiti će ton komplementaran kromatskom tonu prikazanom na toj neutralnoj podlozi. Na navedenom primjeru pokazana je mogućnost primjene Ittenove metode zaobilazanja pojave simultanog kontrasta, koja se temelji na poznavanju teorije o kontrastnim odnosima među bojama, razumijevanju fenomena simultanog kontrasta i znanju o mogućnostima primjene računalnog vrednovanja parametara boje u navedenim situacijama.

Na primjeru 4, pokazalo se da pristup analizi odnosa tonova na temelju računalnih, objektivnih vrijednosti parametara boje prema CIELab sustavu omogućuje i preciznu definiciju tonova u triadskom odnosu.

Temeljiti kreativni rad na čistom subjektivnom znači biti sputan i ograničen na stvaralačkom putu prema skladnom i harmoničnom djelu. Oslobođiti se spona stvaranja na temelju čiste intuicije, znači imati znanje i svijest o objektivnim načelima i zakonitostima na području boje.



**Literatura:**

- [1] Crozier W.R.: The Psychology of Colour Preferences, *Rev. Prog. Coloration* 26 (1996), 63-71
- [2] Clulow F.W.: COLOUR Its Principles and their Applications, Fountain Press, London, UK, 1972
- [3] Glogar M.I., Đ. Parac-Osterman: The Influence of Colour on Observers Perception in Scenic Presentation, *TEDI International interdisciplinary journal of young scientists from the Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, Croatia*, Rezić, I. (Ed.), Zagreb: University of Zagreb Faculty of Textile Technology, Zagreb, (2012), ISSN: 1847-9545
- [4] Parac-Osterman Đ., M.I. Glogar: Colour and Design: Between Art and Science, *Zbornik radova 4. međunarodnog znanstveno-stručnog savjetovanja Tekstilna znanost i gospodarstvo*, Penava Ž., Ujević D. (Ur.), Zagreb, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu (2011), 67-72, ISBN: 978-953-7105-39-6
- [5] Parac-Osterman Đ., M.I. Glogar: Colour and Trademarks, "Blaž Baromić" 11th International Conference on Printing Design and Graphic Communications Proceedings, Bolanča Z. (Ur.) Zagreb, Fakultet grafičkih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, Senj, Croatia, 30.9.-2.10.2009., 125-129, ISBN: 978-953-7644-02-4
- [6] Parac-Osterman Đ., V. Hajsan Dolinar, M.I. Glogar: Clothing Colours and Behaviour of Pupils of Primary School Age, *Tekstil* 60 (2012.) 6, 295-306, ISSN 0492-5882
- [7] Zollinger H.: Color: A Multidisciplinary Approach, Published by Wiley – VCH, Great Britain, (2000), ISBN: 3906390187
- [8] Seuntiens J.H.P., M.L.C.I. Vogels: How to Create Appealing Spatial Color Gradients, *Proceedings of the 11th Congress of the International Colour Association*, Smith D.; Green-Armytage P.; Pope M.; Harkness N. (Ed.), Sydney: Colour Society of Australia, Sydney, Australia, (2009), ISBN: 1-877040-76-2
- [9] Pressman L.: The Magical Business of Colour: The Psychology Behind Integrating Colour into Design Strategy, *Proceedings of the 11th Congress of the International Colour Association*, Smith D.; Green-Armytage P.; Pope M.; Harkness N. (Ed.), Sydney: Colour Society of Australia, Sydney, Australia, (2009), ISBN: 1-877040-76-2
- [10] Nassau K.: Color for Science, Art and Technology, (K. Nassau (Ed)), Published by Elsevier Science, Netherlands, ISBN: 0 444 89846 8 (1998)
- [11] Itten J.: The Elements of Color, (John Wiley & Sons (Ed.)), published by John Wiley & Sons Inc., Germany: ISBN:0-471-28929-9 (1987)
- [12] Smithson A. et al.: A Three-dimensional Color Space from the 13th Century, *Journal of Optic Society of America*, Vol. 29, No. 2, (2012), ISSN 1084-7529, pp. 346-352
- [13] Kuehni R.G.: Color Space and its Divisions, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN 0-471-32670-4
- [14] Pridmore W.R.: Psychological Basis of Complementary Colors, *Proceedings of the 11th Congress of the International Colour Association*, Smith D., Green-Armytage P., Pope M., Harkness N. (Ed.), Sydney: Colour Society of Australia, Sydney, Australia, (2009), ISBN: 1-877040-76-2
- [15] Pridmore W.R.: Functional Roles of Complementary Colors in Vision, *Proceedings of the 11th Congress of the International Colour Association*, Smith D., Green-Armytage P., Pope M., Harkness N. (Ed.), Sydney: Colour Society of Australia, Sydney, Australia, (2009), ISBN: 1-877040-76-2
- [16] Ruth M.: Objective Assessment of Subjective Colour Preferences, *Proceedings of the 11th Congress of the International Colour Association*, Smith D., Green-Armytage P., Pope M., Harkness N. (Ed.), Sydney: Colour Society of Australia, Sydney, Australia, (2009), ISBN: 1-877040-76-2
- [17] Shah H.S., R.S. Gandhi: Instrumental Colour Measurements and Computer Aided Colour Matching for Textiles, Mahajan Book Distributors, Ahmeabad, 1990
- [18] Rigg B.: Colorimetry and the CIE System, *Colour Physics for Industry*, Eds R. McDonald (West Yorkshire, Society of Dyers and Colourists), 1987
- [19] McLaren K.: Colour Space, Colour Scales and Colour Difference, *Colour Physics for Industry*, Eds R. McDonald (West Yorkshire, Society of Dyers and Colourists), 1987
- [20] Malacar D.: Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications, published by SPIE Press, USA, ISBN: 0-8194-4228-3 (2002)
- [21] Parac-Osterman Đ.: Osnove o boji i sustavi vrjednovanja, (Z. Dragčević (Ed)), Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, ISBN: 978-953-7105-11-2 (2007.)

## SUMMARY

### **Application of numerical evaluation of colour in harmonious relations definition among colours in textile design**

*M.I. Glogar, Đ. Parac-Osterman, A Laštro*

Colour has the important role in creating the observer's opinion about observed object or scene. Certain colours emit certain signals so it is very important to determine proper colour palette. In design, the key element is choice of colours which will assure achieving contrasts and harmony of composition elements. This will assure observer's positive reaction and acceptance. When the right balance of shapes and colours is achieved, it can be said that the harmony is achieved. Scenes in which the colours and shapes are positioned in harmonious relations induce the sense of inner peace and balance. In paper, based on analyses performed as part of the graduate thesis of undergraduate student Antonija Laštro, the possibility of applying the methods of computer colour evaluation in purpose of colour relations evaluations and placing colours in harmonious relations, was investigated. Using the objective colour parameter values according to CIELab system and analysing the position of colour in  $L^*a^*b^*$  colour space, the possibility of assuring the objective harmonious matching of colours was analysed. The analysis performed in paper is based on two methodologies of Johannes Itten, for colour coordination regarding their contrast characteristics, and these are the methodology of placing colours in proper complementary relations (contrast) and methodology of triad.

**Key words:** colour objective evaluation, colour harmony, colour relations in textile design,  $L^*a^*b^*$  values, colour space

*University of Zagreb*

*Faculty of Textile Technology*

*Department of Textile Chemistry and Ecology*

*e-mail: martinia.glogar@ttf.hr*

*Received March 12, 2012*

### **Anwendung der rechnerunterstützten Auswertung der Farbe bei der Definition der harmonischen Beziehungen unter den Farben im Design der gemusterten Textilware**

Farbe spielt eine wichtige Rolle beim Schaffen von der Meinung des Beobachters über beobachtetes Objekt oder Szene. Bestimmte Farben strahlen bestimmte Signale aus, so ist es sehr wichtig, eine richtige Farbenpalette zu bestimmen. Wesentlich im Design ist die Wahl der Farbe, die das Erzielen von Kontrasten und Harmonie von Zusammensetzungselementen erlaubt, die ihrerseits die positive Reaktion und die Akzeptanz des Beobachters zusichern. Nachdem das richtige Gleichgewicht von Formen und Farben erreicht wird, kann es gesagt werden, dass die Harmonie erreicht ist. Szenen, in denen die Farben und Gestalten in harmonischen Beziehungen eingestellt werden, führen den Sinn des inneren Friedens und Gleichgewichtes herbei. In der vorliegenden Arbeit wurde aufgrund der Analysen, die in der Abschlussarbeit der Studentin Antonija Laštro durchgeführt wurden, die Möglichkeit der Verwendung der rechnerunterstützten Auswertung der Farbe zwecks der Einschätzung der Farbharmonie und die Erstellung von harmonischen Beziehungen von Farben untersucht. Unter Verwendung der objektiven Farbparameterinhalte entsprechend dem CIELab System und der Analyse der Position der Farbe im  $L^*a^*b^*$ -Raum, wurde die Möglichkeit der Sicherstellung der objektiven Harmonie analysiert. Die durchgeführte Analyse beruht auf zwei Methodologien von Johannes Itten für Farbkoordinierung bezüglich ihrer Kontrastmerkmale, und dies ist die Methodologie der Stellung der Farben in richtige komplementäre Beziehungen (Kontraste) und Methodologie der Triade.