

DOŽIVLJAJ TONA BOJE NA AKROMATSKIM PODLOGAMA

Hunjet A.¹, Parac-Osterman Đ.², Benšić M.³

¹Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, Zagreb

²Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb

³Sveučilište u Osijeku, Odjel za matematiku, Osijek

Sažetak: U vremenu multimedijskog komuniciranja važno je istražiti kako boja okoline djeluje na psihofizikalni doživljaj boje, pri čemu se često može utjecati i na radnu atmosferu sredine u kojoj se radi. Boje su predmet zanimanja fizike, kemije, fiziologije, psihologije, sociologije, ekologije i mnogih drugih znanosti. Potvrđuje se da je boja predmet interdisciplinarnog zanimanja ne samo znanosti, već i mnogih umjetnosti.

U ovom radu naglasak je stavljen na doživljaj crvene, žute, zelene i plave boje u slučajevima kada u okolini prevladavaju akromatski tonovi (bijeli, sivi i crni). Ispitivanja su u skladu s +psihofizikalnom metodom - konstantnog podražaja temeljenog na Stevansovoj metodi skale procjene odnosa kod koje se određivao utjecaj boje podloge na psihološki doživljaj stimulusa tona boje - h^0 (CIE $L^*C^*h^0$ modela boja). Statistička obrada je provedena primjenom Kruskal-Wallis ANOVA i Medijan testa.

Gljučne riječi: Boja, Psihofizika, metoda konstantnog podražaja, Stevans-ova metoda skale procjene odnosa, Kruskal-Wallis ANOVA test, Medijan test.

Abstract: In the era of multimedia communication, it is important to investigate how the color of the environment influences the psycho-physical experience of color, which can often have impact on the working atmosphere of the working environment. Colors are an issue of interest in Physics, Chemistry, Physiology, Psychology, Sociology, Environmental Sciences and many other sciences. It has been confirmed that color is the issue of interdisciplinary interest in not only science but also in numerous types of arts.

This paper emphasizes the experience of red, yellow, green and blue colors in cases when the environment is predominated by acromatic tones (white, grey and black). Research complies to the psycho-physical method – constant stimulus based on the Stevens' methods of constructing relationship evaluation measurement scales defining the influence of the background color on the psychological experience of the color tone stimulus - h^0 (CIE $L^*C^*h^0$ color model). Statistics was conducted by application of the Kruskal-Wallis ANOVA and the Median test.

Key words: Color, Psycho-physics, constant stimulus method, Stevens' method of constructing measurement scales, Kruskal-Wallis ANOVA test, Median test.

1. UVOD

Znanost o boji razvija se kroz stvaranje teorija i provođenje istraživanja koja pomažu razumijevanju percepcije boje. Ta istraživanja, osim fizikalnih karakteristika boja, moraju uzeti u obzir različite činjenice koje se odnose na iskustva i ponašanje promatrača boja.

Povijest znanosti o boji proteže se još iz vremena grčkih filozofa Platona i Aristotela. Znanstveni pristup se nastavlja preko Newtona, Helmholtza, Heringa, Munsella, Landa i Ostwalda koji su djelovali u drugoj polovici 19. stoljeća i drugoj polovici 20. stoljeća te su dali osnovu shvaćanju i današnjem razumijevanju fenomena boje ^[1]. Dokazali su da će doživljaj neke boje ovisiti i mijenjati se ovisno o promatraču, uzorku, utjecaju okoline i uvjetu promatranja, izvoru svjetlosti i sl. ^[2,3,4].

Prva značajnija istraživanja o svjetlosnim pojavama proveo je u 17. stoljeću Isaac Newton (1642.-1727.). Njegova istraživanja označavaju početak optike ili znanost o svjetlosnim pojavama. Newton je 1704. godine ukazao na činjenicu da „bijelo“ sunčevo svjetlo nije homogeni medij, nego mješavina svih vidljivih valnih duljina, a zbog apsorpcije i refleksije promatranih površina uzoraka/tijela na određenim valnim duljinama, promatrač će doživjeti određenu boju.

Tumačenje fotoelektričnog efekta i oživljavanje novog oblika korpuskularne teorije svjetlosti zasluga je Alberta Einsteina (1905.). On pretpostavlja da je svjetlost frekvencija ν sastavljena od zrnaca ili kvanta svjetlosti ili fotona, od kojih svako ima energiju.

Prema danas prihvaćenoj teoriji vizualizacije, način na koji ljudsko oko percipira boju, razjašnjen je zonskom teorijom viđenja boja - koja objedinjuje trikromatsku teoriju viđenja boja i teoriju suprotnih procesa.

Helmholtz je smatrao da je žuta boja nužno proizvod mješavine crvene i zelene, međutim Hering uočava da to nije u skladu s ljudskim iskustvom. Hering nadalje tvrdi da se mješavina crvene i zelene boje nikada ne pojavljuje (nije moguće zamisliti crveno-zelenu i plavo-žutu boju) već da navedene suprotne boje eliminiraju jedna drugu ^[5,6].

Psihofizikalni vizualni efekt akromatskog simultanog kontrasta (indukcije) temelji se na razlici u svjetlini između pozadine i primarnog stimulusa i pojavljuje se isključivo kod akromatskih boja, efekt koji se pojavljuje

između kromatskih parova boja, naziva se kromatski simultani kontrast ili kromatska indukcija.

Prema Katz-u psihološki atributi boje su: ton - H (eng. Hue), svjetlina - L (eng. Lightness) i zasićenost - C (eng. Chroma) [7,8,9].

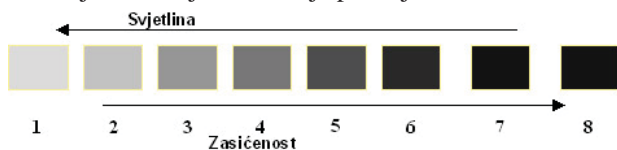
Za psihofizikalnu evaluaciju pojedinih atributa doživljaja boje najčešće se u istraživanjima koriste metode: limita, konstantnog podražaja (stimulusa) te metoda ugađanja [10,11,12].

U radu su provedena ispitivanja utjecaja akromatske podloge (odnosno bijele, sive i crne pozadine) na percepciju doživljaja uzorka: žutog, plavog, zelenog i crvenog tona boje, uslijed manifestacije efekta indukcije, metodom konstantnog podražaja. Statistička obrada je provedena primjenom Kruskal-Wallis ANOVA i Medijan testa.

2. METODIKA RADA

U cilju određivanja odnosa između primarne boje i akromatskih podloga (pozadine) provedena su ispitivanja žutih ($h_{ab}^0=99^\circ$), plavih ($h_{ab}^0=266^\circ$), crvenih ($h_{ab}^0=12^\circ$) i zelenih ($h_{ab}^0=173^\circ$) uzoraka tona boje (izraženo CIE $L^*C^*h^0$ modelom boja) i poredanih po zasićenosti (C^*) te svjetlini (L^*) na akromatskim podlogama (bijeloj, sivoj i crnoj).

Položaj svake boje označen je pozicijama od 1 do 8.



Shematski prikaz postavljenih pozicija uzoraka od 1 do 8

Vizualna evaluacija navedenih primarnih uzoraka provedena je na uzorku od 30 ispitanika (prosječne starosti 30 godina, miješane muško-ženske populacije) pri standardnom izvoru svjetla D_{65} (Xenon svjetiljka), na prosječnoj udaljenosti ispitanika od uzorka od 60 cm. Dimenzije primarnih testnih stimulusa iznosile su 2×2 cm. Svi promatrači prethodno su uspješno zadovoljili kriterije Ishihara testa (od 24 uzorka) za detekciju potencijalne defektnosti vida.

Kriteriji vizualne evaluacije određeni su pitanjem postavljenim ispitanicima:

Da li pozicija istovrsnog tona boje na različitim pozadinama (bijeloj, sivoj i crnoj) za primarni ton boje daje istovrsni psihološki doživljaj atributa tona boje (H), prema poziciji postavljenih u predlošku?

Prema ocjeni psihofizikalnog doživljaja i smještaju ispitivanih boja odgovori ispitanika gradirani su u rasponu od 1 do 8 i to prema doživljaju istog tona (H) a s obzirom na svjetlinu (L) i zasićenost (C).

Položaj svake pozicije svakog promatrača, ovisno o podlozi, obrađuje se statistički te prikazuje grafički.

Statistička analiza vizualnog ocjenjivanja rađena je primjenom aplikativnog programa (StatSoft) kao i SAS programskog paketa (SAS Institute). Korišteni su

odgovarajući neparametarski statistički testovi Kruskal-Wallis ANOVA i Medijan test. Dobivene su vrijednosti prikazane grafički, slike 1 i 2.

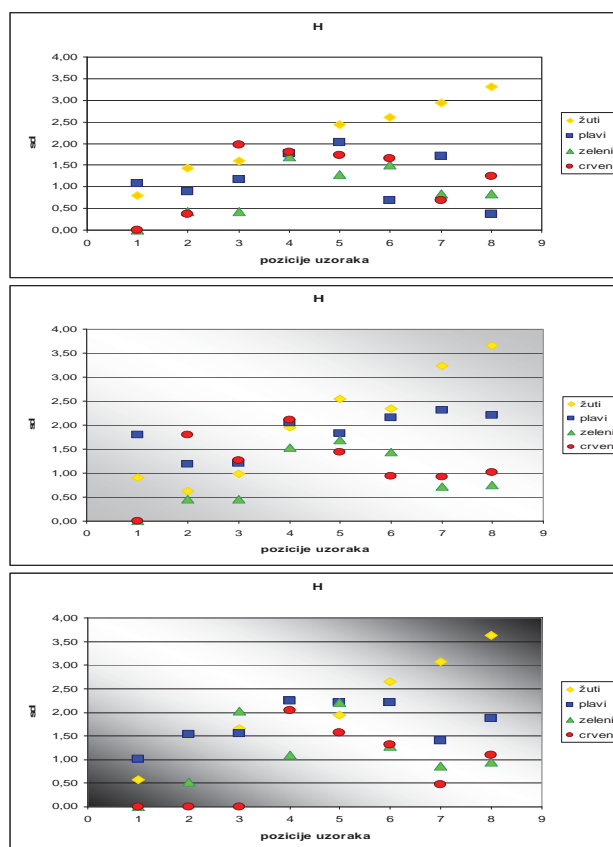
3. REZULTATI I RASPRAVA

Psihofizikalni doživljaj boje je realno stanje komunikacije okoline i boje te ovisi o izvoru svjetlosti, energiji, kutu gledanja, a posebno o promatraču i njegovom psihološkom (zdravstvenom) stanju.

Osjet, odnosno doživljaj boje, temelji se na "zonskoj teoriji viđenja boje" koja objedinjuje teoriju suprotnih procesa i trikromatsku teoriju. U ovom su radu izabrane boje kao psihološki primari; crvena, zelena, plava i žuta, te crna i bijela, kojima prema Heringovoj teoriji percepcije boje omogućavaju receptori u oku proizvesti pomake komplementarnih osjeta crveno-zeleno, plavo-žuto, svjetlo-tamno.

Tijek ispitivanja zasnivao se na "metodi konstantnog stimulusa" koja se smatra jednom od najtočnijih metoda psihofizikalnog istraživanja "praga" vizualne percepcije. Svakom promatraču se postavilo pitanje da boji uzorka, s obzirom na boju pozadine, prema psihofizikalnom doživljaju, svjetline (L) i zasićenosti (C), odredi pripadajuću poziciju.

Svi rezultati ispitivanja obrađeni su deskriptivnom statistikom, analizom po Kruskal-Wallis ANOVA i Medijan testu te su prikazani grafički sl. 1 i 2.



Slika 1. Prikaz doživljenih pozicija žutog, plavog, zelenog i crvenog tona na temelju vrijednosti standardne devijacije na akromatskim podlogama (bijelim, sivim i crnim)

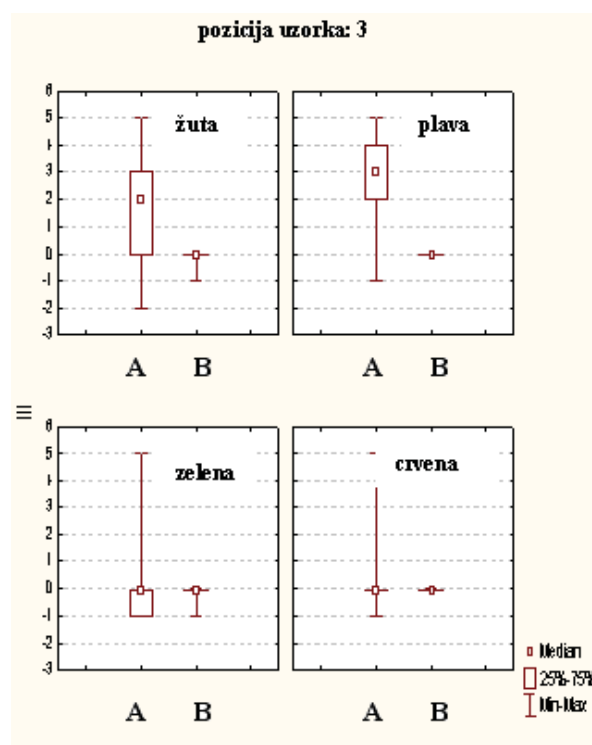
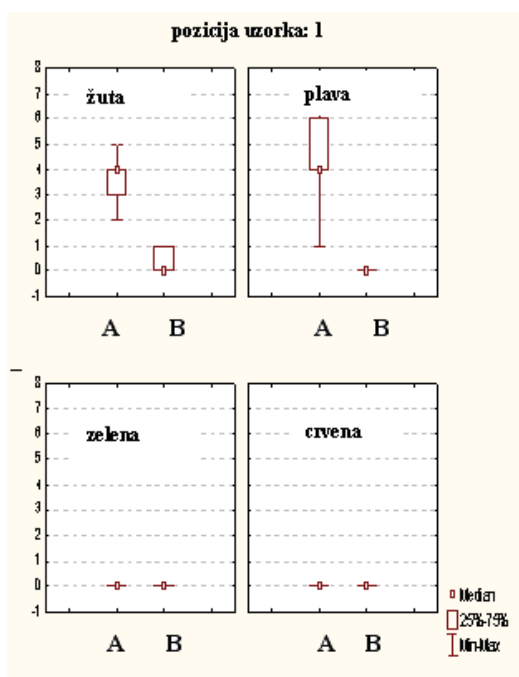
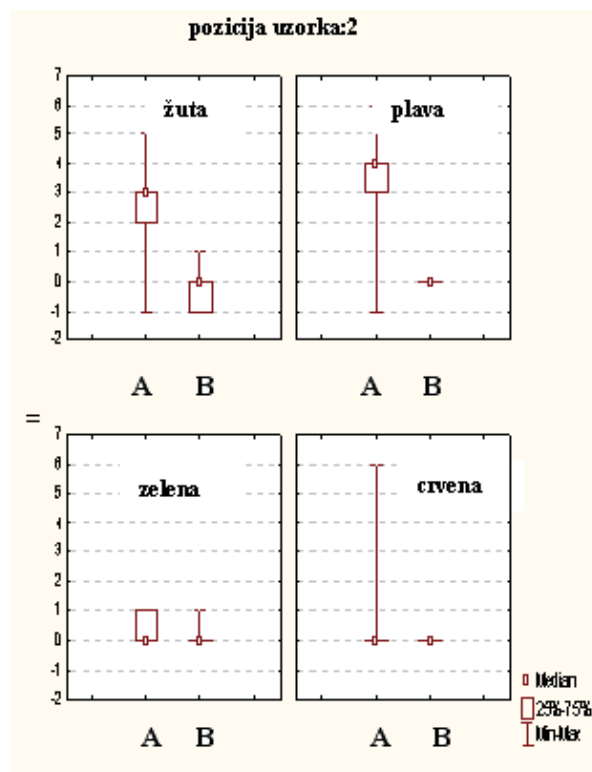
Statističkom obradom podataka prikazanih na sl. 1 dan je položaj procjene promatrača predloženih boja na bijeloj, sivoj i crnoj podlozi i definirana je vrijednost standardne devijacije. Naime, pretpostavlja se da se na temelju standardne devijacije, rasipanja mjerne vrijednosti u matematičkom smislu dobije uvid kako ton boje (crvene, žute, zelene i plave) ovisno o postavljenoj akromatskoj podlozi doživljavaju promatrači s obzirom na svjetlinu (L) i zasićenost (C).

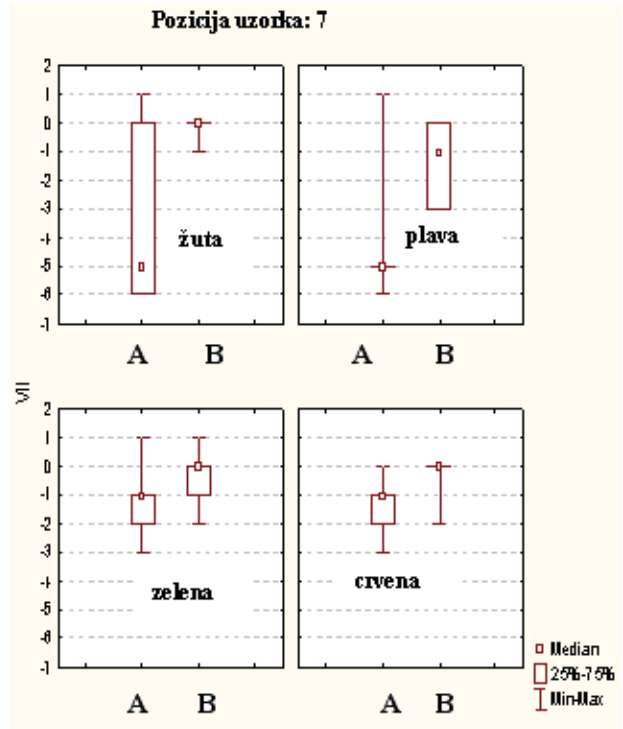
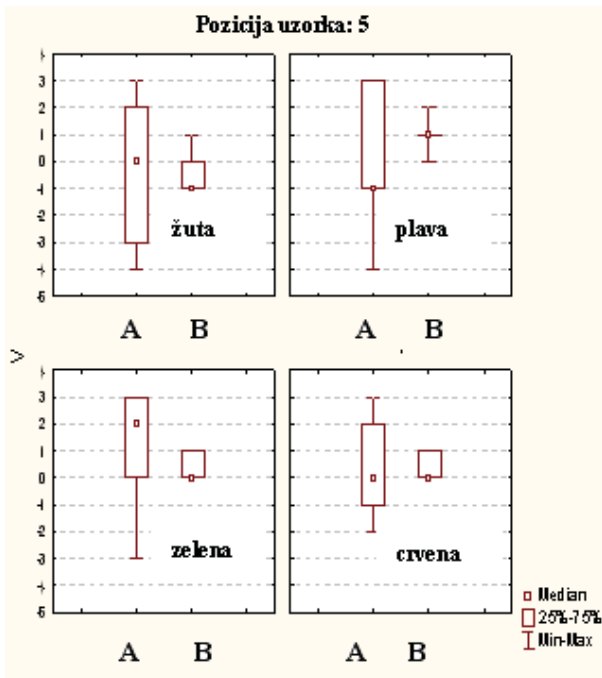
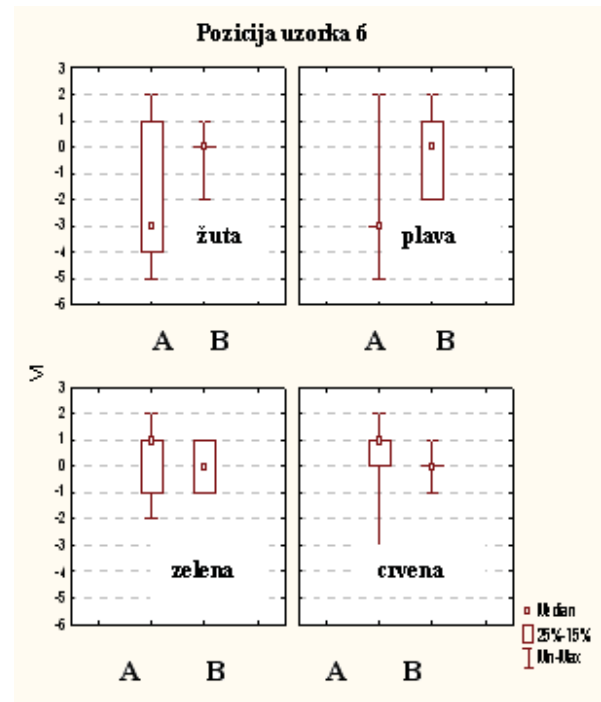
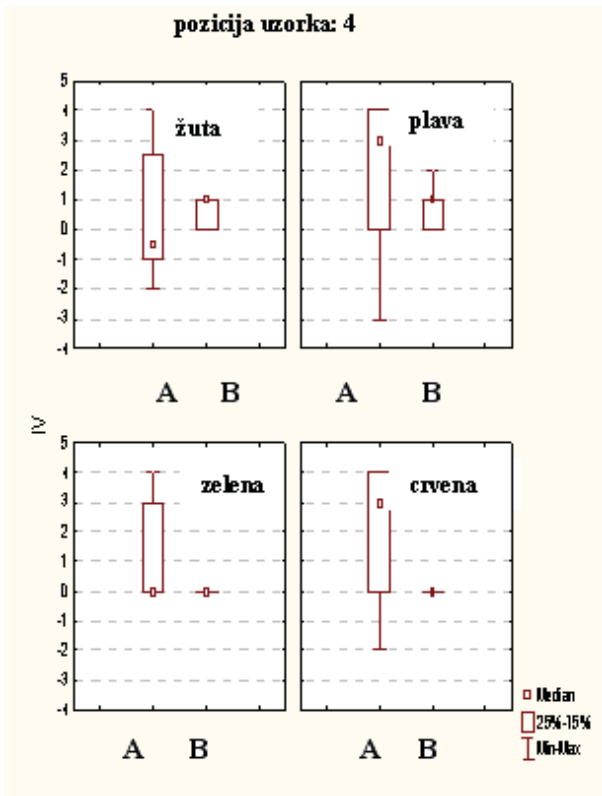
Uočeno je da porastom zasićenosti pozicija od 3 do 6 na bijeloj podlozi kod svih promatrača nastaje jednaki psihološki doživljaj. Međutim, porastom zasićenosti tona vlastitim tonom, a time i smanjenjem svjetline za pozicije veće od 6 na bijeloj podlozi stvara „zbunjujući“ doživljaj za plavi i crveni ton. Time je potvrđena velika vlastita svjetlina bijele podloge, dok su crveni i plavi ton zasićeni vlastitim tonom te je na bijeloj podlozi naglašeno njihovo uočavanje.

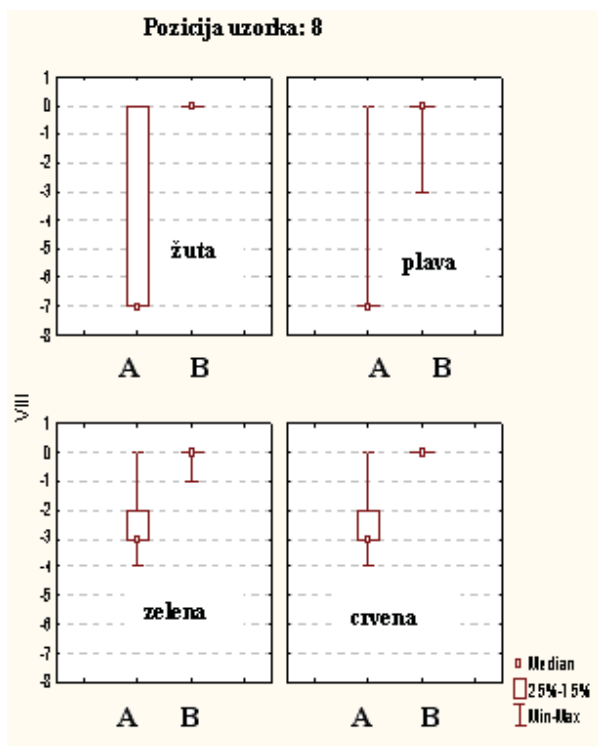
Na sivoj je podlozi veliko rasipanje na svim pozicijama. Najneodlučnije za poziciju veće zasićenosti plavog tona, veće od 5, pripisuje se pojavi da siva podloga koja ima jednaki udio boja svih valnih duljina, dolazi do adicije s plavom te je sam doživljaj „zbunjujući“ za promatrača.

Na crnoj su podlozi općenito dobivena velika rasipanja s malom mogućnosti bilo kakve zakonitosti ponašanja, posebno kod tamnih tonova (plavog, zelenog i crvenog) što svakako ukazuje na to da dolazi do smanjenja kromatske indukcije tona ovih boja. Na ovoj podlozi jedino se za žuti ton boje, za poziciju veću od 6, dobiva signifikantno rasipanje boja što je prema teoretskim razmatranjima žutog tona bilo i za očekivati, jer je žuta boja ton s velikom vlastitom svjetlinom i na crnoj podlozi pojačava se njezin intenzitet.

Primjenjujući Kruskal-Wallis ANOVA i Medijan test u kutijastim box-plotovima (sl. 2), napravljena je usporedba uzoraka psihološkog doživljaja i doživljaja položaja uzoraka prema predlošku. Prikazan je zbirni pregled za podatke na akromatskim podlogama.







Slika 2. Sumarni prikaz utjecaja akromatskih pozadina na psihofizikalni doživljaj tona (H) žute, plave, zelene i crvene boje prikazan Kruskal-Wallis ANOVA i Medijan testom (A- psihofizikalni doživljaj tona boje na temelju postavljenog pitanja: Daje li pozicija istovrsnog tona boje na različitim pozadinama (bijeloj, sivoj i crnoj) za primarni ton boje istovrsni psihološki doživljaj atributa tona boje (H), prema poziciji postavljenih u predlošku? - Steversonova metoda procjene, B-psihofizikalni doživljaj tona boje na temelju postavljenog pitanja: Poredajte po dimenziji tona (H) žute, plave, zelene i crvene tonove boje na različitim pozadinama (bijeloj, sivoj i crnoj). – metoda podešavanja-rangiranja).

Pozicija 1: kao što je vidljivo, u eksperimentalnom dijelu su uzorci velike svjetline i male zasićenosti i uočljivo je da će se psihološki doživljaj žutog tona doživjeti kao i položaj subjektivnog doživljaja te će djelovati zbunjujuće. Međutim, crveni i plavi ton boje ne pokazuje ni psihološki doživljaj niti je doživljaj položaja prema stimulusu H naglašeniji na pozicijama većim od 5, odnosno, zasićenost istog tona ondje gdje se smanjuje svjetlina s porastom zasićenosti, u znatno je manjim vrijednostima intenziteta. Slijedom navedenog može se uočiti da su najveća odstupanja za psihološki doživljaj boje najviše za žutu, što potvrđuje činjenicu da doživljaj boje na akromatskoj podlozi ovisi o vlastitoj svjetlini same boje, odnosno, zasićenosti boje vlastitim tonom. Gledano s psihološkog aspekta najveću zasićenost vlastitim tonom imaju crvena, zelena i plava boja s malom vrijednosti svjetline. Stoga će ove boje djelovati neutralno, posebno na sivoj pozadini. Dobiveno je da će, kod sortiranja boje po Stevansonovoj metodi, procjene za konstantni stimulus H, promatrač znatno manje osjećati razliku položaja uzoraka. Odstupanja su čak i kod žutog tona znatno manja u usporedbi s psihološkim doživljajem. Međutim, dokazuje se da na psihološki

doživljaj nekog tona znatni utjecaj ima vlastita svjetlina tona boje. Tako npr. žuta boja zadržava i kod velike zasićenosti vlastitim tonom visoku svjetlinu i na svakoj pozadini ovaj će se ton boje psihološki doživjeti intenzivno, često “zbunjujuće”.

Ovakva analiza doprinosi činjenici da se u radnoj sredini preporučuje izbjegavati žute tonove, jer se pri tome narušava harmonija boje i okoline što je posebno važno za postizanje rezultata rada.

4. ZAKLJUČAK

Dokazano je da prag vizualne percepcije determiniran metodom konstantnog podražaja ovisi o načinu postavljanja pitanja svakom promatraču. Navedenim metodama psihofizikalne evaluacije omogućeno je da se u pitanju promatraču ne ograničava njegova percepcija doživljaja, nego se prepušta da “prag” procjene po tonu (H) svake pozicije bude u načelnom skladu sa zonskom teorijom viđenja boja.

Statističkom obradom rezultata procjene promatrača, odnosa tona boje i podloge (bijela, siva i crna) standardnom devijacijom, dobiva se potpuniji odgovor o utjecaju podloge na doživljaj boje. Dokazano je da siva podloga značajnije utječe na doživljaj plavog tona. Nepouzdanost rezultata ukazuje na “zbunjujući” doživljaj plavog tona jer na sivoj podlozi plava boja poprima dio komplementarne boje svjetla sa sive podloge. Međutim, na crnoj podlozi, podloga s neznatnom refleksijom svjetla, boje s velikom vlastitom svjetlinom i zasićenosti tona vlastitim tonom, kao što je žuta boja, psihološki doživljaj ovisi o “tumačenju” promatrača (često nesigurna procjena).

Potvrđeno je da usporednim korištenjem navedenih psihofizikalnih metoda evaluacije prikazanih u kutijastim box-plotovima moguće je definirati koji atributi boje, ovisno o postavljenom pitanju, imaju značajniji utjecaj na psihološki doživljaj boje.

Dobivena neznatna odstupanja metodom rangiranja-podešavanja, nešto veća po tonu kod svih boja, proizlaze iz pitanja kojim se indirektno nameće odgovor riječima: poredajte–rangirajte. Metodom konstantnog podražaja i Stevansonovom metodom procjene psihološki doživljaj promatrača za svaki ton ne ovisi o predloženoj poziciji, nego se temelji na vlastitom psihološkom doživljaju. Dobiveni rezultati potvrđuju i najveća odstupanja po tonu (H) za žutu boju, zatim slijedi plavi ton boje, dok su za crveni i zeleni odstupanja neznatna.

5. LITERATURA

- [1] Interdisciplinarnost barve, I. Del v znanosti, Društvo koloristov Slovenije, Maribor, 2001.
- [2] Tanhofer N.: O boji na filmu i srodnim medijima, Zagreb, 2000.
- [3] G. Wyszecki, W. S. Stiles: Color Science-Concept and Methods, Quantitative data and Formulas, 2nd edition, John Wiley and Sons, New York, (1982.).

- [4] D. B Judd, G. WYSZECKI. 1952. Color in business, science, and industry (New York: John Wiley & Sons). 2nd ed. 1963. 3rd ed. 1975.
- [5] A. Hunjet, Đ. Parac-Osterman, M. Benšić: Utjecaj boje okoline na doživljaj žutog i plavog tona/ Influence of Ambient Colour on the Sensation of Intensity of Yellow and Blue Hue, *Tekstil* **55** (3) 121-126 (2006)
- [6] W.R. Crozier: The Psychology of Colour Preferences, *Rev. Prog. Coloration*, **26** (1996.), 63-71.
- [7] McDonald, R.. Colour physics for industry. Bradford: Society of Dyers and Colourists (1987)
- [8] Itten J., The Elements of color, Eds John Wiley & sons Inc. New York, (1995)
- [9] Parac-Osterman, D., and M. Joanelli. Importance of computer lightness evaluation influenced by colour hue. In 12th International DAAAM Symposium, Jenna (2001) 347-349.
- [10] Parac-Osterman Đ., Hunjet A., Burušić J., Psycho-physical study of color, AIC2004, Color and paints, (2004) 78 -84
- [11] Bujas Z. Uvod u metode eksperimentalne psihologije, Školska knjiga, Zagreb, 1981.
- [12] Hunjet A.; Utjecaj okoline na doživljaj boje, doktorska disertacija, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2006, mentor; Parac-Osterman Đ., komentor; Benšić M.

Kontakt:

Dr. sc. Anica Hunjet, dipl. ing.

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

Doc. dr. sc. Mirta Benšić, prof.