

# Deskripcija, heritologija i metrologija boje

Milesa Srećković, Veljko Zarubica, Aleksander Kovačević, Milena Davidović, Suzana Polić

**Apstrakt**—Ljudski osećaj za boje ima mnogo aspekata, počevši od čovekovog poimanja sveta oko sebe, do medicinskih pojmova koji uključuju i daltonizam, ali (u svakodnevnici) najpozitivniji, najhumaniji je čovekov osećaj za deo dana ili noći (meseca ili godine), za uživanje u heritološkom blagu, koje su nam ostavili preci, ali ne samo crno-belo. Istraživanja, kojima je procenjivan ljudski vek, postojanje i razvoj humanih bića, kao i nastajanje i evolucija flore i faune, sve ovo mora da bude tretirano multidisciplinarno, bez obzira da li se polazi od stena, stalaktita i stalagmita, morskih dubina, tragova u atmosferi ili potrage za planetom koja je slična Zemlji. U radu se daje nekoliko prilaza boji i kolorimetriji, sa aspekta raznih naučnih disciplina. Prikazuje se uloga lasera u novim problematikama, kvantitativne definicije boje i njenih pokazatelja. U području merenja, daje se prilaz sa aspekta filtera i korektnog opisa stanja i delovanja odabranih filtera sa savremenim izražavanjima rezultata, kao i merne metode. Konstatcija boje i njena deskripcija, ima veliku ulogu u svakodnevnom životu, kao i u pojedinim tehničkim i mass media primenama, uključivši i humanističke i tehničke nauke.

**Ključne reči**— laseri; heritologija; nove tehnologije.

## I. UVOD

Spektroradiometrijska metoda, kao fundamentalna metoda kvantifikacije, deskripcije objektivnog merenja boje, prema trenutnom stanju razvijenosti tehnologije izrade prijemnika optičkog zračenja i ostale merno-tehničke opreme, ima kao glavni zadatak postizanje zadovoljavajuće tačnosti i ponovljivosti rezultata merenja, prema postavljenim zahtevima korisnika.

Spektroradiometrijske metode merenja boje, zasnovane su na određivanju spektralne raspodele zračenja, na osnovu čega se formira boja koja se meri. Trihromatske vrednosti boje se nalaze iz poznatih krivih mešanja boja (slika 1). Za primarne svetlosne izvore, veličina koja se meri je spektralna raspodela energije, a za sekundarne se koristi spektralni koeficijent propustljivosti i koeficijent jednog od procesa interakcije, ovde koeficijent refleksije optičkog zračenja (koje se reflektuje ili propušta kroz određene sredine).

U ovom delu rada, izabran je slučaj kada ne postoji poznata raspodela zračenja izvora. Koristi se raspodela zračenja crnog

Milesa Srećković – Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11120 Beograd, Srbija (e-mail: esreckov@etf.bg.ac.rs).

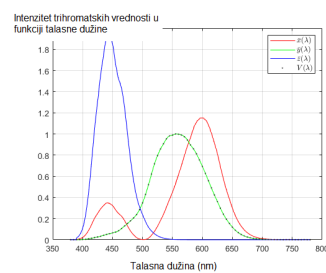
Veljko Zarubica – Analysis d.o.o, Japanska 4, 11070 Novi Beograd, Srbija.

Aleksander Kovačević – Institut za fiziku, Univerzitet u Beogradu, Pregrevica 118, 11080 Beograd, Srbija.

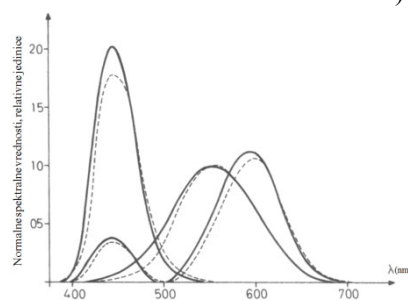
Milena Davidović – Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11120 Beograd, Srbija.

Suzana Polić – Narodni muzej u Beogradu, Trg Republike 1a, 11000 Beograd, Srbija.

tela i spektralni koeficijent propustljivosti staklenih uzoraka. Na taj način, proračun trihromatskih vrednosti uzima u obzir pored spektralnog koeficijenta propustljivosti i spektralnu raspodelu snage zračenja apsolutno crnog tela (ACT). Spektralna raspodela snage zračenja se množi poznatim spektralnim koeficijentom propustljivosti  $\tau(\lambda)$ . Na sl. 1 je predstavljena spektralna karakteristika trihromatskih vrednosti u funkciji talasne dužine.



a)



b)

Sl. 1. a) Krive mešanja boja; b) Krive za polje viđenja 100° u odnosu na isprekidane krive za 20°.

Proračun trihromatskih vrednosti u CIE (XYZ) standardnom kolorimetrijskom koordinatnom sistemu, za boje svetlosti, koje se propuštaju kroz posmatrani uzorak, sledi procedura:

$$X = \int_{350nm}^{750nm} E_{\lambda} \tau_{\lambda} \overline{X}_{\lambda} d\lambda; Y = \int_{350nm}^{750nm} E_{\lambda} \tau_{\lambda} \overline{Y}_{\lambda} d\lambda; Z = \int_{350nm}^{750nm} E_{\lambda} \tau_{\lambda} \overline{Z}_{\lambda} d\lambda. (1)$$

Kod praktičnih proračuna, integracija se svodi na sumiranje proizvoda vrednosti spektralnog koeficijenta propustljivosti i spektralne snage zračenja ACT za nizove talasnih dužina:

$$X = \Delta\lambda \sum_{\lambda} E_{\lambda} \cdot \tau_{\lambda} \cdot \overline{X}_{\lambda}; Y = \Delta\lambda \sum_{\lambda} E_{\lambda} \cdot \tau_{\lambda} \cdot \overline{Y}_{\lambda}; Z = \Delta\lambda \sum_{\lambda} E_{\lambda} \cdot \tau_{\lambda} \cdot \overline{Z}_{\lambda}. (2)$$

Interval  $\Delta\lambda$ , bira se 1-20 nm, u zavisnosti od željenih nesigurnosti tipa A i B, koje se zahtevaju za određivanje hromatskih koordinata. Kako su krive mešanja boja specifikovane u obliku relativnih vrednosti na ordinati, trihromatske vrednosti izračunate pomoću njih imajuće relativ-

ni karakter kao na slici u poglavlju rezultata (sl. 6) (primer proračuna trihromatskih vrednosti za odabrani filter) [1-4].

Zahtev je da se odrede trihromatske vrednosti i hromatske koordinate boje standardnog svetlosnog izvora tipa  $A$  sa spektralnom raspodelom energija  $E_A$ , posle prolaska kroz uzorak, koji ima određen spektralni koeficijent propustljivosti  $\tau$ . Posle transmisije kroz uzorak, relativna spektralna raspodela jačine zračenja ima oblik prikazan krivom  $\tau E_A$ . Svaka ordinata ove karakteristike, množi se odgovarajućom ordinatom svake od krivih mešanja boja  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$ ,  $\bar{Z}$ . Šrafirane površine ispod krivih, dobijenih posle množenja, proporcionalne su odgovarajućim trihromatskim vrednostima  $X$ ,  $Y$  i  $Z$ . Hromatske koordinate  $x$  i  $y$  se izražavaju dalje:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}. \quad (3)$$

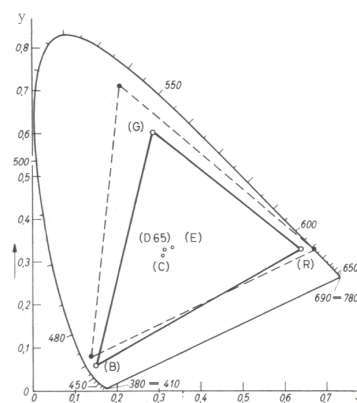
Ordinate krivih mešanja boja i ordinate spektralnih raspodela energije za standardni izvor, potrebne za posmatrani metod proračuna, obično se daju tabelarno.

Kod primarnih izvora svetlosti, postavka metode, zasniva se na spektrometru koji se koristi za merenje relativne spektralne ozračenosti (iradijancije). Kod sekundarnih izvora, merenje se vrši pomoću spektrofotometara, gde se monohromator sa odgovarajućim sistemom osvetljavanja (u zavisnosti od geometrije merenja), koristi za osvetljavanje datih uzoraka, a reflektovano, odnosno propušteno zračenje se meri fotodetektorom u odgovarajućoj geometriji.

## II. DRUGI PRILAZ BOJI

Boja se može pojaviti kao kategorija ili pojam u vrlo složenim multidisciplinarnim problemima, a često se prema naučnoj disciplini, koja se oslanja na doživljaj boje živih organizama (sa medicinske tačke gledišta, sa filozofske tačke gledišta, sa gledišta heritologije, sa ekološkog gledišta i dr.). Šire gledano, radi se o interakciji zračenja elektromagnetne ili druge prirode sa *prijemnim* aparatom. Sa tehničke strane objektivizacije, kolorimetrija ima zadatak da se kroz različite formirane formalizme opisuje boja putem trougla i koordinata, ili na drugi način, kroz drugi formirani sistem višeg ili nižeg nivoa, sl. 2. U tabeli 1 se daju ilustracije nivoa bioloških procesa uzrokovanih zračenjem i vremenskih konstanti odgovarajućih procesa sa odgovarajućim nivoom [5]. Sa obzirom na *mass media* primene (TV, novine, ...), kulturne manifestacije, znake opasnosti, dozimetrijska pravila u primeni određene ELIONSke tehnike, boja mora da ima dobro definisane koordinate u širem smislu, zasnovane na izvorima (obično tri), čijim se mešanjem postiže efekat određene (željene) boje. Da li će se koristiti odgovarajući softver uz profesionalnu mernu aparaturu, ili će se sve automatizovati kao *user-friendly*, zavisi od trenutnog administrativnog zahteva ili trenutnog nadahnuća umetnika [6].

Prema visini stepena tolerancije, institucije koje se kod nas bave *deskripcijom boje*, kao i njenim promenama, u zavisnosti od izloženosti objekta, odnosno bio-objekta, postoje stroge procedure i sistemi gde se to može izvršiti, a ako nije potrebna



Sl. 2. Normiranje boje putem EBU trougla boja (neprekidno) i FCC (isprekidano) [2].

TABELA I

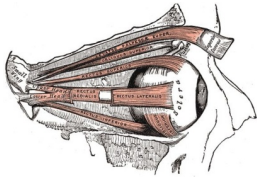
Nivo	Vreme na nivou (s)	Procesi na nivou, modifikacije
Fizički	$10^{-18} - 10^{-8}$	Eksitacije, jonizacije, elastični sudari, formacija radikala visoke reaktivnosti i kratkoživećih SR u vodi i organskim molekulima
Hemijski	$10^{-14} - 10^{-4}$	Reakcije SR sa organelama formiraju primarno oštećenje DNA, dimerizacija, modifikacije sa temp. MT, i $O_2$
Biohemijski (subćelijski)	$10^{-4} - 10^5$	Reparacija, interakcije oštećenih mikrocentara; mutacije, aberacije, MT i dr. agensi
Biohemijski (ćelijski)	$10^3 - 10^7$	Deoba ćelija i molekula, Mutacije

Prema visini stepena tolerancije, institucije koje se kod nas bave *deskripcijom boje*, kao i njenim promenama, u zavisnosti od izloženosti objekta, odnosno bio-objekta, postoje stroge procedure i sistemi, gde se to može izvršiti, a ako nije potrebna velika preciznost, korisnici formiraju svoja sopstvena merna rešenja [7]. U ovim merenjima ima mnogo mesta za definisanje osvetljenosti, u širem smislu, određenog izložbenog prostora i kontrolu stalnog fluksa, koji se, u zavisnosti od mešanja prirodne i veštačke osvetljenosti, mora kontrolisati. U zavisnosti od objekta, mora se obratiti pažnja na mere zaštite od preterane ekspozicije.

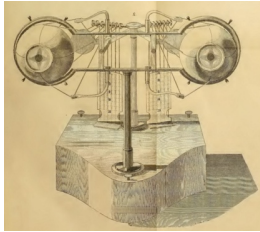
Paralelno anatomija oka, njegovog funkcionisanja, mišićnog sistema i osetljivost (kao prijemnika) na definisana zračenja i boje vidljivog spektra su predmet mnogobrojnih istorijskih radova, uključujući i današnja istraživanja na mehanizmima funkcionisanja očnog aparata, modelovanja i kvalitativno/kvantitativno povezivanje sa tehnikama merenja i povezivanja sa *tehničkim uglovima gledanja*, sl. 3 i 4. Poređenje osetljivostu pojma viđenja u oblasti fizike, metrike i psihologije, razlikuje kvantitativnom, kvalitativno i vrednovanje sa tri hromatske koordinate

V. REZULTATI

Merene vrednosti tabele 2 su prikazane delimično i na sl. 6, odnosno  $\tau(\lambda)$ ,  $x(\lambda)$ ,  $y(\lambda)$ ,  $z(\lambda)$ , prema propisanoj proceduri u postupku određivanja karakteristika staklenog filtra MEL-B-1.



Sl. 3. Anatomija oka, koja je još kod Helmholtza imala posebne predstave [8].



Sl. 4. Istorijska slika modelovanja očnog aparata [9].

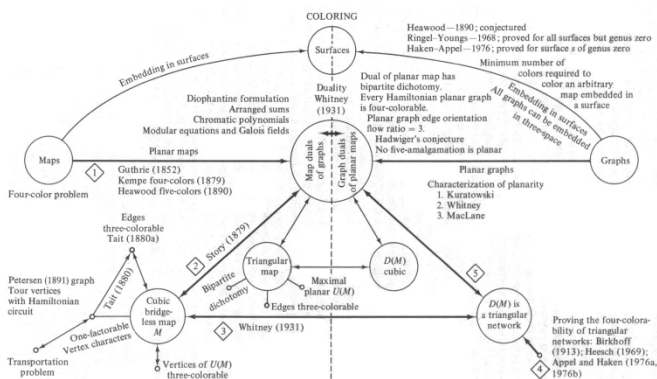
Poređenje osetljivostu pojma viđenja u oblasti fizike, metrike i psihologije, razlikuje kvantitativnom, kvalitativno i vrednovanje sa tri hromatske kordinate.

III. ULOGA IZVORA

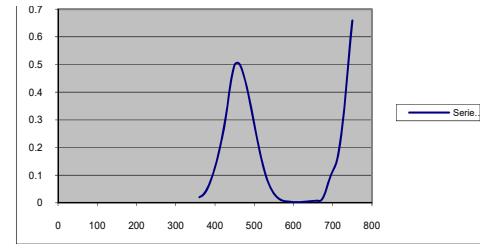
Pri definiciji boje u bilo kom sistemu širina spektralnih linija (spontane ili koherentne svetlosti) igra presudnu ulogu. Kao rezultat toga su nastali RGB laseri, od specijalnog značaja za HDTV. Od novijih tipova lasera, pokazalo se da su laseri na bazi polimera pogodni za kalibraciju, odnosno deskripciju boje [5, 10].

IV. TEOREMA-PROBLEM ČETIRI BOJE

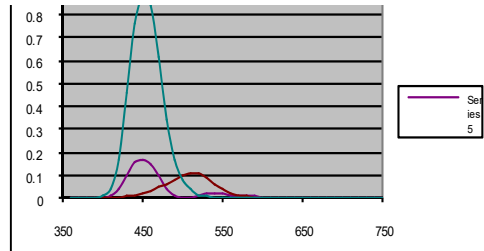
Klasični problem četiri boje zahteva mnogo raznih pogleda koji su ilustrovani sl. 5 datom u originalu, vezanu za teoremu i problem četiri boje, gde kao dokaz mora da bude uključena i savremena računarska tehnika; to ne uključuje nelinearne relacije i osećaje boje uz velike intenzitete, o čemu su istraživanja morala da se intenziviraju posle razvitka snažnih laserskih snopova [11-17].



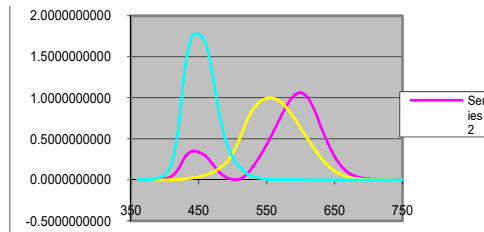
Sl. 5. Prikaz deskripcije problematike teoreme četiri boje [17].



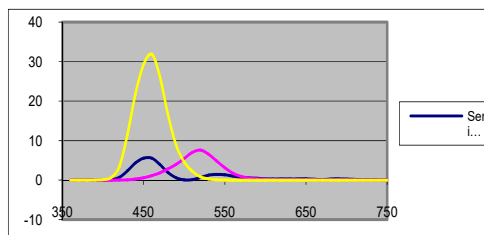
a)



b)



c)



d)

Sl. 6.  $\tau(\lambda)$ ,  $x(\lambda)$ ,  $y(\lambda)$ ,  $z(\lambda)$ ,... su prikazane na a), b), c), d), redom.

Pored merenja u tabeli II, izvršena su merenja i za seriju drugih filtara: MEL-B-2, MEL-G-2, MEL-G-4, itd.

TABELA II  
VREDNOSTI SPEKTRALNE PROPUSTLJIVOSTI STAKLENOG FILTERA MEL-B-1

$\lambda$ (nm)	$\tau(\lambda)$	$x(\lambda)$	$y(\lambda)$	$z(\lambda)$	$x$	$y$	$z$	$E_{e,1 \text{ rel}}$	$X$	$Y$	$Z$
360	0,020104	0,00013	3,29E-6	0,000606	2,61E-6	7,87E-8	1,22E-5	6	1,61E-5	4,84E-7	7,49E-5
370	0,028827	0,000415	1,24E-5	0,001946	1,20E-5	3,57E-7	5,61E-5	8	9,35E-5	2,79E-6	0,000439
380	0,049412	0,001368	3,90E-5	0,00645	6,76E-5	1,93E-6	0,000319	10	0,000662	1,89E-5	0,00312
390	0,084852	0,004243	1,20E-4	0,02005	0,00036	1,02E-5	0,001701	12	0,004353	1,23E-4	0,020569
400	0,128765	0,01431	3,96E-4	0,06785	0,001843	5,10E-5	0,008737	15	0,027105	7,50E-4	0,128517
410	0,184124	0,04351	1,21E-3	0,2074	0,008011	2,23E-4	0,038187	18	0,141639	3,94E-3	0,675152
420	0,251353	0,134338	4,00E-3	0,6456	0,033777	1,01E-3	0,162273	21	0,709313	2,11E-2	3,407743
430	0,332946	0,2839	1,16E-2	1,3856	0,094523	3,86E-3	0,46133	25	2,331892	9,53E-2	11,38101
440	0,435524	0,34828	2,30E-2	1,74706	0,151684	1,00E-2	0,760887	29	4,353339	2,87E-1	21,83744
450	0,498869	0,3362	3,80E-2	1,77211	0,16772	1,90E-2	0,884051	33	5,549847	6,27E-1	29,25324
460	0,504937	0,2908	6,00E-2	1,6692	0,146836	3,03E-2	0,842841	38	5,553325	1,15E+0	31,87624
470	0,476985	0,19536	9,10E-2	1,28764	0,093184	4,34E-2	0,614185	43	3,994789	1,86E+0	26,33011
480	0,424312	0,09564	1,39E-1	0,81295	0,040581	5,90E-2	0,344944	48	1,958043	2,85E+0	16,64357
490	0,355894	0,03201	2,08E-1	0,46518	0,011392	7,40E-2	0,165555	54	0,614152	3,99E+0	8,925058
500	0,283355	0,0049	3,23E-1	0,272	0,001388	9,15E-2	0,077073	60	0,083112	5,48E+0	4,613563
510	0,212164	0,0093	5,03E-1	0,1582	0,001973	1,07E-1	0,033564	66	0,130345	7,05E+0	2,217261
520	0,147607	0,06327	7,10E-1	0,07825	0,009339	1,05E-1	0,01155	73	0,677084	7,60E+0	0,837393
530	0,095958	0,1655	8,62E-1	0,04216	0,015881	8,27E-2	0,004046	79	1,256667	6,55E+0	0,320127
540	0,058893	0,2904	9,54E-1	0,0203	0,017103	5,62E-2	0,001196	86	1,469962	4,83E+0	0,102756
550	0,033716	0,443345	9,95E-1	0,00875	0,014614	3,35E-2	0,000295	93	1,357805	3,12E+0	0,02741
560	0,017632	0,5945	9,95E-1	0,0039	0,010482	1,75E-2	6,88E-5	100	1,048222	1,75E+0	0,006876
570	0,009053	0,7621	9,52E-1	0,0021	0,006889	8,62E-2	1,90E-5	107	0,739466	9,24E-1	0,02038
580	0,005345	0,9163	8,70E-1	0,00165	0,004898	4,65E-3	8,82E-6	114	0,560484	5,32E-1	0,001009
590	0,00365	1,0263	7,57E-1	0,0011	0,003746	2,76E-3	4,02E-6	122	0,456	3,36E-1	0,000489
600	0,002479	1,0622	6,31E-1	0,0008	0,002633	1,56E-3	1,98E-6	129	0,339787	2,02E-1	0,000256
610	0,002195	1,0026	5,03E-1	0,00034	0,002201	1,10E-3	7,46E-7	136	0,300044	1,51E-1	0,000102
620	0,002549	0,85445	3,81E-1	0,00019	0,002178	9,71E-3	4,84E-7	144	0,312803	1,39E-1	6,96E-5
630	0,0031	0,6424	2,65E-1	0,00005	0,001991	8,22E-4	1,55E-7	151	0,300369	1,24E-1	2,34E-5
640	0,004279	0,4479	1,75E-1	0,00002	0,001917	7,49E-4	8,56E-8	158	0,302779	1,18E-1	1,35E-5
650	0,007347	0,2835	1,07E-1	0	0,002083	7,86E-4	0	165	0,343737	1,30E-1	0
660	0,007538	0,1649	6,10E-2	0	0,001243	4,60E-4	0	172	0,213749	7,91E-2	0
670	0,008502	0,0874	3,20E-2	0	0,000743	2,72E-4	0	179	0,132839	4,86E-2	0
680	0,03321	0,04677	1,70E-2	0	0,001553	5,65E-4	0	185	0,288016	1,05E-1	0
690	0,078896	0,0227	8,21E-3	0	0,001791	6,48E-4	0	192	0,343735	1,24E-1	0
700	0,115048	0,011359	4,10E-3	0	0,001307	4,72E-4	0	198	0,259096	9,36E-2	0
710	0,149673	5,79E-3	20,9E-3	0	0,000867	3,13E-4	0	204	0,177154	6,40E-2	0
720	0,226687	2,90E-3	1,05E-3	0	0,000657	2,37E-4	0	210	0,138257	4,99E-2	0
730	0,354033	1,44E-3	5,20E-4	0	0,00051	1,84E-4	0	216	0,110177	3,98E-2	0
740	0,507815	6,90E-4	2,49E-4	0	0,00035	1,27E-4	0	222	0,077677	2,81E-2	0
750	0,659319	3,32E-4	1,20E-4	0	0,000219	7,91E-5	0	227	0,049734	1,80E-2	0
									36,70767	5,06E+1	158,6117

Kao primer merne nesigurnosti za drugu vrstu filtra data je tabela III. Za sva merenja je potrebno dati ocenu nesigurnosti tipa A i B, a za slučaj filtra MEL-Y-2 ocena je u Tabeli III.

Merna nesigurnost ovako dobijenih vrednosti hromatskih koordinata boje propustljivih stakala u boji, svodi se na mernu nesigurnost etalonskog spektrofotometrijskog sistema u

pogledu merenja spektralnog koeficijenta propustljivosti i tačnosti zauzimanja talasne dužine, kao i merne nesigurnosti zbog rasipanja rezultata (nehomogenog filtra). Ukupna procenjena merna nesigurnost dobijenih rezultata se pridružuje dobijenim vrednostima hromatskih koordinata; u zavisnosti od opsega hromatskih koordinata komponente

merne nesigurnosti će biti različite posebno za svaku od koordinata,  $x$  i  $y$ . U ovom radu je predstavljena samo ukupna vrednost merne nesigurnosti. Budžeti merne nesigurnosti za pojedine filtere se proračunavaju na isti način kao u tabelama 2 i 3.

Razvojem spektrofotometrijskog sistema u laboratoriji Analysis d.o.o, ostvarena je cela procedura etaloniranja različitih transparentnih (propustljivih) uzoraka, za različite primene. Poznavanjem svojstva materijala (spektralni koeficijent propustljivosti, spektralna osetljivost detektora, odnosno spektralna raspodela izvora zračenja, može se realizovati još jedna karakteristika materijala – boje. Na osnovu dobijenih vrednosti, moguće je definisati boju datih uzoraka u najširem smislu i tako dobiti novu karakteristiku kvantitativno/objektivno.

TABELA III

PRIMER PRORAČUNA BUDŽETA MERNE NESIGURNOSTI STAKLENOG FILTERA U BOJI MEL-Y-2

Komponenta merne nesigurnosti	Tip A	Tip B
Merna nesigurnost spektrofotometrijskog sistema: -Prosečno rasipanje rezultata -Pomeraj svetlosnog snopa -Orijentacija uzorka u odnosu na optičku osu sistema -Nesigurnost korekcije na interrefleksiju -nelinearnost sistema -Neuniformnost uzoraka	0,15 %	
Merna nesigurnost zauzimanja $\lambda$		0,001 %
Merna nesigurnost izvora zračenja (apsolutno crnog tela) iz literature		1 %
Ukupna relativna merna nesigurnost	1,12 %	

## VI. ZAKLJUČAK

Shvatanje boje je složeno pitanje zavisno od prilaza pojedine naučne discipline, ali je multidisciplinarni problem koji zahvata od heritologije i umetnosti do matematike, elektrotehnike, i pojmova osvetljenosti, interakcije sa zračenjima razne prirode. Kad se priđe sa gledišta koherentnosti, unitarnosti izvora osvetljenja i podseti se da se u doživljavanju boje pojavljuju razne terminologije, propisi i uobičajene, ali i specifične merne tehnike, danas se situacija komplikuje sa linearnim i nelinearnim procesima, koje donose laseri velikih gustina snopa i kratkih impulsa, pa se i aberacije hromatske prirode još više komplikuju, a i doživljaji bioloških objekata. Uz klasične aberacije pojavljuju se nove klase.

## LITERATURA

- [1] M. Srećković, A. Janičević, V. Zarubica et al., *Istorija, metrološka edukacija, razni stepeni i savremeni problemi*, Beograd, SRB: Team, 2019.
- [2] H. Lang, *Einführung in die Nachrichtentechnik*, München, DE: R. Oldenbourg, 1978.

- [3] V. Zarubica, M. Srećković et al., "Some Realization and Measurements Based on Holmium Solutions and Different Wavelength V. So Standards," *Atti de la fond. Ronchi*, LXXIII, no. 5, pp. 485-498, 2018.
- [4] V. Zarubica, M. Srećković, *Realizacija metoda etaloniranja i proračun budžeta merne nesigurnosti mernih instrumenata (merila) u laboratorijama različitih namena*, Beograd, SRB: Velarta, 2012.
- [5] M. Živković, M. Srećković et al., "Influence of electromagnetic and nuclear radiation in medicine for therapy and diagnosis through processes, facts and statistical analysis," *NTRP 32* (1), pp. 91-98, 2017.
- [6] M. Srećković, V. Krasnjuk, "Abberation problems affecting modern techniques of picture processing and transmission," *Im. Techn.*, vol. 81, no. 2, pp. 22-37, 1999.
- [7] V. Džikić, Merenje osetljivosti slike bez naziva – preporuke za izlaganje, *Konzervacijske sveske*, vol. III-IV, no. 3-4, 2020.
- [8] Músculo elevador del párpado superior ([https://www.wikiwand.com/es/M%C3%BAsculo\\_elevador\\_del\\_p%C3%A1rpado\\_superior](https://www.wikiwand.com/es/M%C3%BAsculo_elevador_del_p%C3%A1rpado_superior)).
- [9] Russell Anderson, Why are eye movements so damned interesting? (<https://towardsdatascience.com/why-are-eye-movements-so-damned-interesting-76bf293a7bde>).
- [10] S. Tanaka, S. Hayakawa, H. Sato, "Feasibility of Enhanced / Tunable Organic Polymer Dye Laser," *Proc. Lasers 2000, USA*, 2001.
- [11] R. Fritsch, G. Fritsch, *The four color theorem, History, Topological Foundations, and Idea of Proof*, New York, USA: Springer, 1998.
- [12] T. L. Saaty, P. C. Kainen, *The four-color problem*, London, UK: Dover Edition, 1986.
- [13] Ch. McMullen, *The Four-Color Theorem and Basic Graph Theory*, 2020, 1941691099 Amazon.
- [14] M. Srećković et al., Scattering ,reflection, transmission in theory and practice ,the estimation of nonlinear and ultrafast phenomena, *Atti de la fondaz. Ronchi*, anno LXV, no. 4/5, pp. 543-555, 2010.
- [15] M. Srećković, S. Polić, A. Bugarinović, et al, *Laser i problemi konzervacije kulturne baštine*, Beograd, SRB: Centralni institut za konzervaciju i Regionalni centar za talente Beograd 2, 2016.
- [16] T. B. Brill, *Light*, Moskva, USSR: Mir, 1983.
- [17] T. L. Saaty, P. C. Kainen, *The Four Colour Problem*, New York, USA: Mc Graw Hill, 1977.

## ABSTRACT

The human sense of color has many aspects, from man's understanding of the world around him to medical terms that include colorblind people, but (in everyday life) the most humane is man's sense of that part of the day or night (month or year), to enjoy heritage , left to us by our ancestors. Research assessing human life span, the existence and development of human beings, as well as the origin and evolution of flora and fauna, all this must be treated multi disciplinary, whether we start from rocks, stalactites and stalagmites, sea depths, atmospheric traces or the search for an Earth-like planet. The paper gives several approaches to color and colorimetry, from the aspect of various scientific disciplines. The role of lasers in new problems, quantitative definitions of color and its indicators are presented, and in the field of measurement, an approach is given from the aspect of filters and a correct description of the condition and operation of selected filters with modern expression of results and measurement methods. The perception of color and its description play a major role in everyday life, as well as in certain technical and mass media applications, including the social and technical sciences.

Key words: lasers, heritology, new techniques/methods.

## Deskripcija, heritolog and color metrology

Milesa Srećković, Veljko Zarubica, Aleksander Kovačević,  
Milena Davidović, Suzana Polić