

Akademija Tehničkih Znanosti Hrvatske - Centar za grafičko inženjerstvo

Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Sveučilište Sjever

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Veleučilište Hrvatsko zagorje Krapina

Athens Technological Educational Institute (ATEI),

The Department of Graphic Arts Technology, Greece

The Technological Institute of Textile & Sciences, Birla Colony, Bhiwani, India

Print Media Academy, Heidelberg, India

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Republika Srbija

Univerzitet u Travniku, Fakultet za tehničke studije

Grafička škola u Zagrebu, Hrvatska

Školska knjiga, Zagreb

TISKARSTVO & DIZAJN 2015.

Urednik:

Doc. dr. sc. Jana Žiljak Vujić, prof.v.š.

www.tiskarstvo.net

FS, FotoSoft
Travanj, 2015.

TISKARSTVO & DIZAJN 2015.

Glavni urednik: Doc. dr. sc. Jana Žiljak Vujić

Znanstveni i recenzentski odbor:

prof. dr. Darko Agić* · prof. dr. Rajendrakumar Anayath (IN)
prof. dr. sc. Sanja Bjelovučić Kapilović · prof. dr. Damir Boras
dr. sc. Darijo Čerepinko · prof. dr. sc. Slavica Čosović Bajić · mr. Ana Hoić, mag. des. prof. dr.
sc. Mladen Lovreček* · doc. dr. sc. Igor Majnarić · prof. dr. sc. Dorian Marjanović
dr. sc. Mile Matijević · dr. sc. Miroslav Mikota · prof. dr. sc. Marin Milković
doc. dr. sc. Petar Miljković · doc. dr. sc. Damir Modrić · prof. dr. sc. Nikola Mrvac
prof. dr. sc. Dragoljub Novaković (SR) · prof. dr. sc. Klaudio Pap*
prof. em. dr. sc. Husein Pašagić · prof. dr. sc. Jevgenij Paščenko
prof. dr. sc. Mario Plenković · prof. dr. sc. Ivan Pogarčić · prof. dr. sc. Anastasios Politis (GR)
prof. dr. sc. Nenad Prelog · doc. dr. sc. Zvonimir Sabati · doc. dr. sc. Mario Tomiša
doc. dr. sc. Damir Vusić · doc. dr. sc. Igor Zjakić · doc. dr. sc. Ivana Žiljak Stanimirović
prof. dr. sc. Vilko Žiljak* · mr. sc. Marinko Žagar · dr. sc. Ante Žužul
(*Centar za grafičko inženjerstvo HATZ)

Organizacijski odbor:

dr. sc. Darko Babić · Milan Bajić, bacc. ing. techn. · dr. sc. Mario Barišić
Aleksandra Bernašek, dipl. graf. ing · Dubravko Deželić, dipl. graf. ing
mr. sc. Denis Jurečić · Sandra Koprivnjak, bacc. ing. tech. inf.
dr. sc. Antun Koren · Ulla Leiner Maksan, mag. des. · Rajko Naprta
doc. dr. sc. Petar Miljković · Ivan Rajković, mag. · dr. sc. Nikolina Stanić Loknar ·
Vesna Uglješić, mag. des.

Predviđena područja i sadržaji:

1. Inovacije u grafičkoj industriji
2. Multimedija i dizajn u E-obrazovanju
3. Menadžment u tiskarstvu, izdavaštvu i dizajnu
4. Zaštita dokumenata, vrijednosnica i knjiga
5. Informacijski i komunikacijski sustavi
6. Računalni sustavi i sigurnosne grafičke tehnologije
7. 3D skeniranje, 3D tisak i graviranje

Voditelj simpozija TISKARSTVO & DIZAJN 2014., Doc. dr. sc. Jana Žiljak Vujić

Pozvano predavanje:

Mario Tomiša: "Vizualni identitet i grafički standardi"

Administrativno vođenje:

Medicentar d.o.o.
Božidarevićeva 7
10 000 Zagreb

ISBN 978-953-7064-32-7

CIP zapis dostupan u računalnome katalogu

Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 000918601

EVALUACIJA ESTETSKOG DOŽIVLJAJA RITMA U ODNOSU NA OMJER ZLATNOG REZA

EVALUATION OF THE AESTHETIC EXPERIENCE OF RHYTHM IN RELATION TO THE GOLDEN RATIO

Ivan Budimir¹, Miroslav Mikota¹, Iva Budimir¹

¹Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet

Sažetak

U radu je provedena evaluacija doživljaja vizualne prihvatljivosti fotografije koja sadrži elemente koji se ritmično ponavljaju.

U tu svrhu je proveden vizualni eksperiment u skladu s metodologijom eksperimentalne estetike. Kao testni uzorci su korišten 4 fotografije koje u pozadini sadrže motiv starog betona. U prvom se planu fotografija nalaze četiri cigarete koje uniformno ponavljaju tvoreći ritam. Težište ritma varirano je po dijagonali fotografije na 4 različita načina, od kojih je jedan usklađen sa položajem točke koja dijeli dijagonalu fotografije u omjeru zlatnog reza. 30 ispitanika oba spola u dobi između 18 i 24 godine dobilo je zadatak da procijene estetsku kvalitetu svake pojedine fotografije na Likertovoj skali od 1 do 10 pri čemu se ocjene ne smiju ponavljati.

Mjera kvalitete pojedine fotografije definirana je kao aritmetička sredina ocjena svih ispitanika. Svi rezultati su usklađeni sa zakonom normalne razdiobe, što je i dokazano Kolmogorov-Smirnovljevim testom. ANOVA analizom varijance utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u estetskom doživljaju ($F=11,452$; $p=0,000002$) različitih fotografija. Post-hoc analizom po Fisheru na nivou značajnosti $p<0,05$ je utvrđeno da najveću vizualnu kvalitetu ima fotografija čije težište elementa koji sadrži ritam leži u položaju zlatnog reza. Nadalje, vizualna kvaliteta fotografije je statistički značajno ($p<0,05$) manja kod onih fotografija čije težišta ritma nije usklađeno s omjerom zlatnog reza.

Ključne riječi: zlatni rez, ritam, fotografija, ANOVA

Abstract

The paper contains the evaluation of the experience of the visual acceptability of a photograph containing elements which repeat rhythmically. With that purpose a visual experiment was conducted in line with the methodology of experimental aesthetics. Test samples were four photographs with the background of old concrete. In the foreground of photographs there are four cigarettes which are repeated uniformly creating thus a rhythm. The centre of the rhythm is varied on photograph's diagonal in four different ways, one of which is in line with the position of a point dividing the diagonal in the golden ratio. Thirty examinees of both sexes in the age between 18 and 24 were given the task to evaluate the aesthetic quality of each photograph according to Likert scale from 1 to 10 without the repetition of a grade. Quality measurement of each photograph is defined as the arithmetic mean of grades given by all examinees. All the results are in line with normal distribution and that was proven by using Kolmogorov-Smirnov test. ANOVA analysis of variance found that there are statistically significant differences in the aesthetic experience ($F=11.452$; $p=0.000002$) of different photographs. Post hoc analysis

according to Fisher at the level of significance $p < 0.05$ determined that the largest visual quality is in the photograph in which the centre of the rhythm containing element is in the position of the golden ratio. Furthermore, the visual quality of the photograph is in statistical terms significantly ($p < 0,05$) lower than in those photographs in which the centre of the rhythm is not in line with the golden ratio.

Keywords: golden ratio, rhythm, photograph, ANOVA

1. Uvod

Zlatni rez (lat. *sectio aurea*) je matematički zakon prema kojem se veći dio naspram manjeg dijela odnosi kao cjelina naspram većeg dijela [1], [2]. Omjer zlatnog reza se označava grčkim slovom φ u čast Antičkog kipara Fidije (480.- 430. god. pr. Kr.) koji je često koristio zlatni rez prilikom izrade skulptura kojima je ukrašavao Partenon [2]. Numerička vrijednost zlatnog reza iznosi približno $\varphi = 1,61803$. Poznato je da se zlatni rez vrlo često javlja u svim oblicima umjetnosti od davnih vremena sve do danas. Razlog tomu je vizualna privlačnost zlatnog reza koja se očituje u njegovom skladu, simetriji i savršenoj proporciji. Estetska vrijednost zlatnog reza potvrđena je i eksperimentalno. Njemački psiholog Gustav Theodor Fechner (1801.-1887.) je provodio psihološka eksperimentalna istraživanja s ispitanicima kojima su prezentirani pravokutnici različitih dimenzija. Istraživanjem je dokazano da je najveći broj ispitanika smatrao da je vizualno najkvalitetniji onaj pravokutnik čije su dimenzije usklađene sa omjerom zlatnog reza [3]. Pritom je Fechner prvi je utemeljio metodologiju eksperimentalne estetike koja, za razliku od filozofske estetike, estetskim fenomenima pristupa empirijski, nastojeći utvrditi estetske reakcije ispitanika. Ova disciplina nužno koristi matematiku i logiku kojom se nastoji definirati estetska vrijednost umjetničkog djela na temelju eksperimentalnih istraživanja [4].

Suvremeni njemački estetičar i filozof Max Bense smatra da budućnost suvremene estetike leži u što široj primjeni matematičkih i empirijskih metoda [5]. Slične stavove zastupa i češki umjetnik Josef Hlavaček koji estetske probleme rješava korištenjem egzaktnog, formalnog jezika teorije informacija [6]. Nakon Fechnera, veliki broj istraživača bavio se teorijskim istraživanjem estetske kvalitete zlatnog reza kao i praktičnom primjenom zlatnog reza u različitim područjima ljudskih djelatnosti. S teorijskog aspekta, veliki broj istraživača nastojao je objektivno ispitati stavove ispitanika s ciljem vrednovanja estetske vrijednosti različitih geometrijskih oblika koji su više ili manje usklađeni sa zlatnim omjerom [7].

Provedena su istraživanja estetske privlačnosti brojnih jednostavnih geometrijskih tijela, poput različitih pravokutnika, trokuta i elipsa različitih dimenzija [8-11]. Spomenutim istraživanjima je ustanovljeno da najveći broj ispitanika preferira one oblike čije dimenzije su na odgovarajući način usklađene s omjerom zlatnog reza, iako postoje i iznimke.

Zlatni omjer se vrlo često praktično primjenjuje u mnogim područjima od arhitektonskih rješenja do dizajna predmeta za svakodnevnu upotrebu.

Primjerice, mobiteli, televizori, zasloni računala, internetske stranice, prekidači za struju, različite vrste ambalaža, vrlo često su dizajnirani u skladu sa zlatnim rezom. Spomenuti omjer koristi se u mnogim područjima tiskarstva poput tipografije, planiranja dizajna korica knjiga ili standardizacije dimenzija svih formata lista papira (ISO 216: 2007) [12-14].

U novije se vrijeme provode studije s ciljem vrednovanja estetske kvalitete fotografije. Dokazano je da usklađenost fotografije krajolika sa zlatnim rezom povećava doživljaj njegove ljepote [15]. Naime, postavljanjem pozitivno percipiranih dijelova krajolika na točke koje su usklađene sa zlatnim rezom pojačavaju pozitivan dojam čitave fotografije.

Također, postavljanjem negativno percipiranih dijelova krajolika na iste točke pojačava se negativan dojam fotografije. Postoje i pokušaji razvijanja matematičkih numeričkih metoda za vrednovanje vizualne kvalitete fotografija koje su namijenjene potrošačima [16-17]. Spomenutim metodama se nastoje razviti precizni matematički algoritmi koji bi omogućili vrednovanje kvalitete različitih vrsta fotografija, primjerice fotografija portreta [17]. Također, statistički je utvrđeno da kvaliteta fotografije ovisi o položaju dominantnog vizualnog elementa s obzirom na omjer zlatnog reza. Naime, varijacijom različitih položaja poljskog puža na listu vinove loze, po dijagonali fotografije, pokazano je da ispitanici najviše preferiraju onu fotografiju na kojoj se puž nalazi na položaju koji je usklađen sa zlatnim rezom [17].

Ritam je jedan od najvažnijih kompozicijskih elemenata svake fotografije. Predstavlja ravnomjerno i pravilno ponavljanje elemenata koji sačinjavaju fotografiju [18]. U ovom je radu postavljena hipoteza da estetski doživljaj ljepote fotografije koja sadrži elemente koji tvore ritam ovisi o položaju elemenata ritma s obzirom na usklađenost njihovog težišta s omjerom zlatnog reza. Rezultati koji su dobiveni provedenim istraživanjem koje je striktno usklađeno s metodologijom eksperimentalne estetike potvrđuje postavljenu hipotezu.

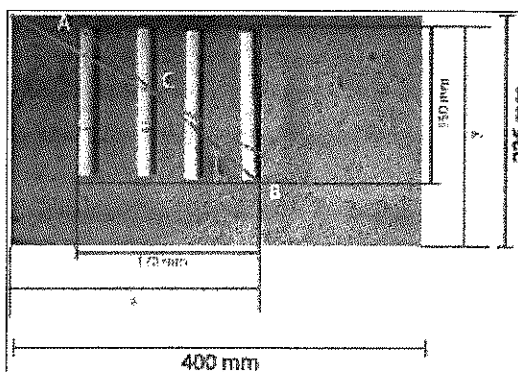
2. Eksperimentalni dio

Eksperimentalni dio se sastojao od:

- dizajna i reprodukcije testnih kartica (fotografija) te
- vizualnog eksperimenta nad ispitanicima.

Vizualni eksperiment proveden je na 30 ispitanika u dobi od 18 do 24 godine. Eksperiment je planiran striktno u skladu s metodologijom eksperimentalne estetike. Ispitanici su imali zadaću ocjenjivanja vizualne kvalitete fotografije pomoću Likertove skale ocjenama od 1 do 10. Na svim fotografijama je predočen ritam koji je prikazan pomoću 4 cigarete koje se ponavljaju.

Težište ili centar ritma je variran po dijagonali na 4 različita načina od kojih je samo jedan u potpunosti usklađen s položajem zlatnog reza (tablica 1, slika 2). Na taj način su dobivene 4 različite fotografije koje predstavljaju 4 testne kartice koje su ispitanici ocjenjivali (slika 2). Testne kartice su označene s F_1 , F_2 , F_3 , F_4 . Sve fotografije su dimenzija 400 mm x 226 mm s duljinom dijagonale $L=226.7$ mm (slika 1). Dimenzije elemenata ritma su 170 mm x 150 mm. Rubne točke ritma označene su s A i B dok se težište ritma nalazi u točki C. Pomicanjem težišta ritma odnosno točke C po dijagonali dobivene su testne kartice čije dimenzije su dane tablicom 1.



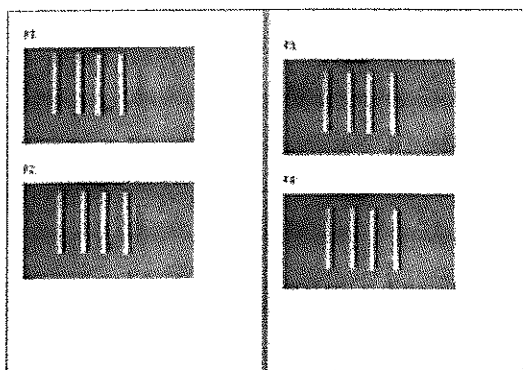
Slika 1 Dizajn testne kartice

Tablica 1 Varijacije položaja ritma (koordinate točaka računane su u odnosu na gornji lijevi kut fotografije)

	x	y	A	C	B
F1 (veliko odstupanje)	230	216	(60,10)	(145,85)	(230,160)
F2 (umjerenost odstupanje)	252	206	(80,20)	(165,95)	(252,170)
F3 (zlatni rez)	266	194	(92,32)	(177,107)	(266,178)
F4 (malo odstupanje)	274	194	(100,32)	(185,107)	(274,182)

Na slici 2 su prikazane sve četiri testne kartice u umanjenom formatu.

Na testnoj kartici F_3 težište ritma C se nalazi u omjeru zlatnog reza s obzirom na njegov



Slika 2 Testne kartice

položaj na dijagonali. Na preostalim karticama se položaji težišta ritma u većoj ili manjoj mjeri razlikuju od položaja koji odgovara zlatnom rezu. U svrhu preciznijeg razlikovanja uvedene su oznake po karticama:

- F_1 -veliko odstupanje od zlatnog reza,
- F_2 -umjereno odstupanje od zlatnog reza,
- F_3 -potpuno usklađeno s zlatnim rezom,
- F_4 -malo odstupanje od zlatnog reza.

Kao mjera kvalitete testne kartice (k-te) uzeta je srednja vrijednost $F_k, k = 1, \dots, 4$ ocjena svakog ispitanika (i-tog) koja je označena s $R_{ki}, i = 1, \dots, 30, k = 1, \dots, 4$:

$$\bar{F}_k = \frac{\sum_{i=1}^{30} R_{ki}}{30}$$

3. Rezultati i diskusija

Statistika rezultata dobivenih vizualnim eksperimentom načinjena je u programskom

paketu STATISTICA 12. Statistička analiza uključuje deskriptivnu statistiku dobivenog uzorka, Kolmogorov-Smirnovljev test koji se koristi za utvrđivanje usklađenosti podataka s normalnom razdiobom, rezultati ANOVA analize varijance za ponovljena mjerenja te post-hoc analizu po Fisheru.

Deskriptivna statistika sadrži aritmetičku sredinu μ , granice 95%-tnog intervala pouzdanosti, medijan, minimum, maksimum, varijancu i standardnu devijaciju (tablica 2.). Kako je vidljivo iz tablice 2, najveću prosječnu ocjenu iznosa $\mu=6,333$ dobila je testna kartica F_3 u kojoj je centar ritma usklađen s omjerom zlatnog reza. Također, medijan iste kartice F_3 iznosi $Med=8$, što je najveća vrijednost u odnosu na preostale kartice. Međutim, utvrđeno je da drugu najveću prosječnu ocjenu $\mu=7,167$ te medijan iznosa $Med=7,5$ ima testna kartica F_2 koja umjereno odstupa od zlatnog reza. Ova kartica je kvalitetnija od kartice F_4 koja malo odstupa od zlatnog reza.

Prosječna ocjena i medijan kartice F_4 iznose $\mu=5,578, Med=6,5$. Najlošiju ocjenu ima kartica F_1 u kojoj centar ritma ima veliko odstupanje od zlatnog reza ($\mu=4,167, Med=4$).

Nadalje, načinjen je i Kolmogorov-Smirnovljev test kojim je ispitan normalitet podataka vizualnog eksperimenta. Tablicom 3 je dana testna vrijednost Kolmogorov-Smirnovljevog testa (Max D) te nivo statističke značajnosti spomenutog testa (p).

	Ar. sredina μ	Donja granica 95% int. pou.	Gornja granica 95% int. pou.	Med	Min	Max	Var	St. dev.
F_1	4.167	3.328	5.005	4.000	1	9	5.040	2.245
F_2	7.167	6.295	8.039	7.500	2	10	5.454	2.335
F_3	7.633	6.776	8.491	8.000	1	10	5.275	2.297
F_4	5.578	4.535	6.598	6.500	1	10	7.633	2.763

Tablica 2
Deskriptivna statistika uzorka

	Max D	p
F_1	0.230	$p < .10$
F_2	0.150	$p > .20$
F_3	0.191	$p < .20$
F_4	0.198	$p < .20$

Tablica 3
Kolmogorov-Smirnovljev test

Sve ocjene svih fotografija su usklađene sa zakonom normalne razdiobe (tablica 3.). Provedena je ANOVA analiza varijance s ponovljenim mjerenjima (ANOVA *repeated measures*). Utvrđeno je da pripadna F-vrijednost iznosi $F=11,452$ uz statističku značajnost F-testa koja iznosi $p=0,000002$. Prema ovim pokazateljima postoje statistički značajne razlike među aritmetičkim sredinama ocjena promatranih testnih kartica. Tablica 4 sadrži statističke značajnosti razlika aritmetičkih sredina ocjena testnih kartica provedene post hoc analize po Fisheru.

Tablica 4 Post-hoc analiza po Fisheru

	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
F ₁	-			
F ₂	0.000018	-		
F ₃	0.000001	0.482119	-	
F ₄	0.037046	0.017587	0.002407	-

Statistički značajne razlike postoje samo među onim grupama za koje je $p < 0,05$. Prema tome, na temelju rezultata tablice 4 je utvrđeno da se aritmetička sredina testne kartice F₃ na kojoj je ritam usklađen s omjerom zlatnog reza statistički značajno razlikuje od aritmetičkih sredina kartica F₁ i F₄. Aritmetička sredina testne kartice F₃ ne razlikuje se značajno od

aritmetičke sredine testne kartice F₂. Također, aritmetička sredina kartice F₁ koja ima veliko odstupanje od zlatnog reza statistički se značajno razlikuje od aritmetičkih sredina svih preostalih kartica (F₂, F₃, F₄).

Ovaj rezultat jasno pokazuje da najveću vizualnu kvalitetu ima ona fotografija čije se težište elemenata ritma nalazi u točki zlatnog reza. Najmanju vizualnu kvalitetu ima ona kartica čije težište je najviše udaljeno od omjera zlatnog reza.

4. Zaključak

Utvrđeno je da je aritmetička sredina ocjena ispitanika najveća kod one fotografije čije težište elemenata koji sačinjavaju ritam leži u omjeru zlatnog reza. Također, većina ispitanika najlošije je prosječno ocijenila onu fotografiju čije težište ritma pokazuje veliko odstupanje od zlatnog reza. Rezultati nedvojbeno pokazuju da kompozicijsko pravilo zlatnog reza igra veliku ulogu za percepciju estetske kvalitete ritma. Korištenjem rezultata ovog rada se omogućava podizanje kvalitete fotografije. U radu je protumačena matematička metodologija koja se može uspješno primijeniti u istraživanjima vizualne kvalitete fotografije s obzirom na različite do sada neistražene parametre koji je definiraju.

5. Reference

- [1] Livio, Mario (2002). *The Golden Ratio: The Story of Phi, The World's Most Astonishing Number*. New York: Broadway Books.
- [2] Piotr Sadowski (1996). *The knight on his quest: symbolic patterns of transition in Sir Gawain and the Green Knight*. University of Delaware Press. p. 124.
- [3] H. E. Huntley, *The divine proportion - a study in mathematical beauty*, Dover Publications, Inc., New York, 1970.
- [4] Aks, D.J., Sprott, J.C. (1996) Quantifying aesthetic preference for chaotic patterns. *Empirical Studies of the Arts*, Vol 14, No 1, 1-16.
- [5] Max Bense, „Estetika i programiranje“, *Bit International*, 1, 1968.: 79.
- [6] Josef Hlavaček, „O interpretaciji programirane umjetnosti“, *Bit International*, 7, 1971.: 67.
- [7] Green, C. D. (1995). All that glitters: A review of psychological research on the aesthetics of the golden section. *Perception*, 24, 937–968.
- [8] McManus, I. C. (1980). The aesthetics of simple figures. *British Journal of Psychology*, 71, 505–524.
- [9] McManus, I. C., & Weatherby, P. (1997). The golden section and the aesthetics of form and composition: A cognitive

- model. *Empirical Studies of the Arts*, 15, 209–232
- [10] Russell, P. A. (2000). The aesthetics of rectangle proportion: Effects of judgment scale and context. *American Journal of Psychology*, 113, 27–42.
- [11] Schonemann, P. H. (1990). Psychophysical maps for rectangles. In H.-G. Geissler, M. H. Muller, & W. Prinz (Eds.), *Psychophysical explorations of mental structures* (pp. 149–164). Toronto, Ontario, Canada: Hogrefe & Huber.
- [12] Jan Tschichold, (1991) *The Form of the Book*. Hartley & Marks.
- [13] Blackwell, Lewis (2004). *20th Century Type*. Yale University Press.
- [14] http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=36631
- [15] Svobodova, K., Sklenicka, P., Molnarova, K., Vojar, J. 2014. Does the composition of landscape photographs affect visual preferences? The rule of the Golden Section and the position of the horizon. *Journal of Environmental Psychology* 38: 143-152.
- [16] W. Chu, C. Lin, and J. Yu (2009) Feature classification for representative photo selection. In *Proc. ACM Multimedia 2009*.
- [17] C. Li, A. Gallagher, A. C. Loui, T. Chen (2009) Aesthetic quality assessment of consumer photos with faces. In *Proc. ICIP 2010*.
- [18] Budimir, Ivan; Jelaska, Igor; Budimir, Iva, *Evaluacija estetskog doživljaja fotografije u odnosu na omjer zlatnog reza*, 18. International Conference on Printing, Design and Graphic Communications / Mikota, M. et al. (ed). - Zagreb : Hrvatsko društvo grafičara , 2014. 202-211.
- [19] David Lauer, Stephen Pentak (2012), *Design Basics*, 8-th edition, Cengage Learning.

6. Korespondencija

Ivan Budimir
ibudimir@grf.hr

Miroslav Mikota
miroslav.mikota@grf.hr

Iva Budimir
iva.budimir@grf.hr