

## BOJA I EFIKASNIJE E-POUČAVANJE<sup>1</sup>

*Janko Žufić, dipl. ing. elektrotehnike  
Sveučilište Jurja Dobrile u Puli,  
Odjel za obrazovanje učitelja i odgojitelja;  
Sveučilište u Zagrebu,  
Fakultet elektrotehnike i računarstva  
[jzufic@unipu.hr](mailto:jzufic@unipu.hr)  
Prof. dr. sc. Damir Kalpić  
Sveučilište u Zagrebu,  
Fakultet elektrotehnike i računarstva  
[damir.kalpic@fer.hr](mailto:damir.kalpic@fer.hr)*

### **Sažetak**

Uskoro će svi nastavni materijali u visokoškolskim ustanovama u Republici Hrvatskoj trebati biti izrađeni kako u papirnatost tako i u elektroničkoj verziji te postavljeni na „obične“ stranice na webu ili u neki od programskih alata za poučavanje na webu. Savjestan nastavnik će voditi brigu da takav materijal bude kvalitetan ne samo sadržajno već i da bude takvog dizajna koji će e-obrazovanje učiniti što efikasnijim. Kakve boje i kakvu podlogu odabrati za kvalitetno poučavanje? Poneke boje čine učenike razdražljivima, a uz neke se bolje uči? U radu se iznose rezultati provedenog dvogodišnjeg istraživanja sa 70-tak studenata u kojem se nastojalo utvrditi koje boje utječu na kvalitetu učenja preko računala. Na temelju rezultata testova napravljen je popis i preporuka koje boje koristiti kako bi e-učenje bilo što efikasnije.

**Ključne riječi:** *nastavni materijali, elektronička verzija, web, nastavnik, boje, e-poučavanje*

## **1. UVOD**

Područje istraživanja e-učenja proširuje se s tehničkih aspekata na područja psihologije, didaktike i metodike poučavanja. Osim što sadržaj nastavnog materijala treba biti dobar i zanimljiv, ustanovljeno je da učenici bolje uče ukoliko je nastavni materijal prilagođen njihovoj inteligenciji [1]. Ukoliko je obrazovni materijal postavljen na neki

---

<sup>1</sup> Veći dio ovog rada predstavljen je u obliku Virtual Showcase na *World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, održanog u Vancouveru, Kanada od 26. do 30. listopada 2009. godine.

od alata za poučavanje na webu i postoji mentor koji vodi učenika kroz obrazovni sadržaj, tada je bitno da mentor ima, osim neophodnih stručnih, i ljudske vrijednosti kao što su susretljivost, ljubaznost, pristupačnost, strpljivost, tolerantnost ali i komunikacijske vještine [2]. No, sa ili bez mentora, nastavni se materijal treba zapamtiti odnosno naučiti. Po definiciji pamćenje je mogućnost usvajanja, zadržavanja i korištenja informacija, dok se učenje uglavnom zadržava na prvoj komponenti te definicije - usvajanju [3]. Ne ulazeći posebno u teorijska razmatranja psihologije pamćenja i učenja, nastavnicima koji pripremaju e-nastavni materijal potrebne su praktične smjernice po kojim će ih načelima izrađivati. Mateljan, Širanović i Šimović kao jedno od smjernica predlažu segmentaciju sadržaja odnosno smatraju da se multimedijски sadržaj bolje uči ako se razdijeli na manje dijelove, nego kada je dana jedinstvena kontinuirana jedinica [4]. Gardner, kad govori o teoriji višestruke inteligencije i učenju, smatra da kod dizajna nastavnog materijala trebalo uzeti u obzir osobine, centre interesa, stil učenja (mišljenje, preferencije, potrebe i strukturu nastavnog materijala), strategiju poučavanja (preporuke i realizacija) [1]. U daljnjoj raspravi može se postaviti pitanje utjecaja boje na efikasnost pamćenja odnosno učenja. Je li svejedno imati crni tekst na ljubičastoj ili bijeloj podlozi?

Boja je vrlo kompleksan pojam koji se izučava s aspekta fizike, psihologije, umjetnosti i grafičkog dizajna. S aspekta fizike osjet boje u ljudskom oku izaziva elektromagnetsko zračenje valnih dužina od 380 do 750 nm.

Ljudsko oko zahvaljujući građi omogućuje osjet vida i osjet boja. Ovi osjeti nastaju u jednoj od ovojnica oka - mrežnici. U njoj se nalaze dvije vrste fotoosjetljivih stanica, štapići i čunjići, koji su živcima povezani s mozgom. Štapići promjera 2  $\mu\text{m}$ , kojih ima vrlo veliki broj, osjetljivi su na male intenzitete (0,2 luksa) rasvjete i omogućavaju osjet akromatičnih - "nešarenih" (bijela, crna i nijanse sivih) boja.

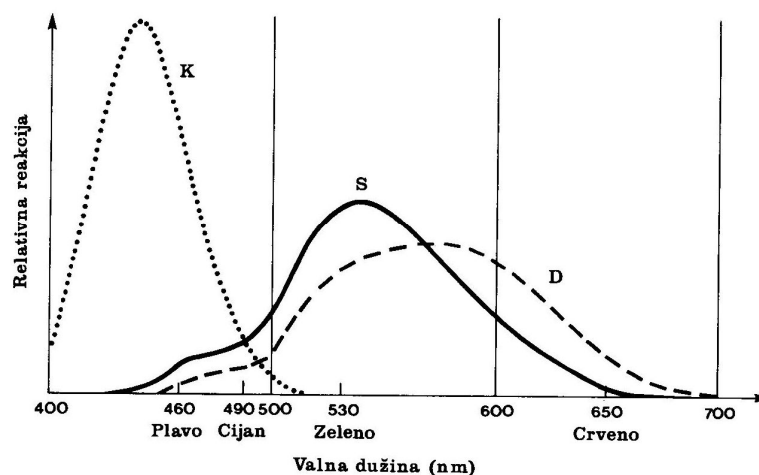
Čunjići su osjetljivi uz veće intenzitete svjetla (30 luksa), omogućuju osjet šarenih<sup>2</sup> (sve osim crne, bijele i nijansi sivih) boja. U ovim fotoosjetljivim stanicama nalaze se fotoaktivne tvari koje se pod utjecajem svjetla kemijski mijenjaju i te se promjene živcima prenose do mozga.

Maksimalna je osjetljivost oka uz veće intenzitete svjetla, kao na primjer uz dnevno svjetlo, kad su pobuđeni i štapići i čunjići kod valne dužine  $\lambda=555$  nm (što odgovara žutozelenoj boji). Uz manje intenzitete osvijetljenja, kad su aktivni samo štapići, maksimalna je osjetljivost oka kod nešto niže valne dužine  $\lambda=500$  nm.

---

<sup>2</sup> Šarene boje karakteriziraju, osim valne dužine i sljedeće tri karakteristike: 1. *Ton boje* ili tonalnost boje je kvaliteta šarene boje određena valnom dužinom zraka svjetlosti, koje u oku izazivaju osjet te boje. Odnosno, to je kvalitetno svojstvo kojim se neka šarena boja razlikuje od sive boje. Ton boje označava vrstu boje odnosno boju samu po sebi. 2. *Stupanj zasićenja* ili količina bijelog (*saturation*) je mjera za zasićenost boje ili čistoću boje. Stupanj zasićenosti govori o odsutnosti bijele boje u nekoj šarenoj boji. Mali stupanj zasićenja kaže da je boja blijeda; 3. *Stupanj tamnoće*, svjetloća ili luminancija je sadržaj crne boje u nekoj šarenoj boji. Stupanj tamnoće kod čega crno daje najveći stupanj tamnoće, ton boje je jednak nuli.

Čunjići imaju različite maksimalne osjetljivosti u tri spektralna područja: plavom, zelenom i crvenom<sup>3</sup> [5]. Na slici 1 prikazana je spektralna apsorpcija svjetlosti tri tipa čunjića mjerena mikrospektrofotometrijom.

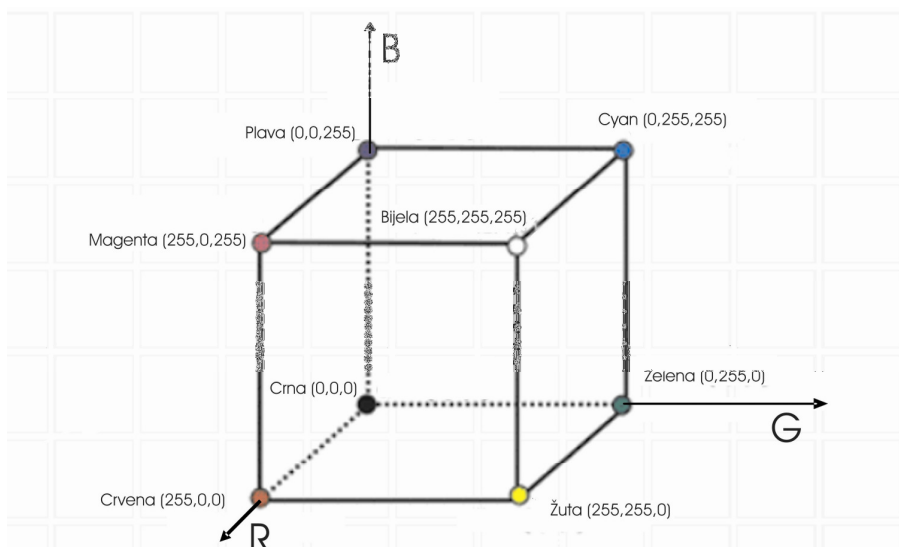


K – Čunjići koji najviše reagiraju na kratke valne duljine  
 S – Čunjići koji najviše reagiraju na srednje valne duljine  
 D – Čunjići koji najviše reagiraju na duge valne duljine

Slika 1. Spektralna apsorpcija svjetlosti tri tipa čunjića mjerena mikrospektrofotometrijom [?]

Ostale se boje dobivaju miješanjem osnovnih boja. Obzirom da se u ovom istraživanju radilo na monitorima, specifikacije boja izražavat će se po RGB (Red, Green, Blue) modelu. RGB model boje često se koristi u monitorima u boji. Ovaj model definiran je u Kartezijevom koordinatnom sustavu. Osnovne boje ili primarne veličine, crvena, zelena i plava boja, nazivaju se aditivnim primarnim veličinama jer se njihovi udjeli moraju zbrojiti da bi se dobila specificirana boja. Područje u kojem su boje definirane je oblika jedinične (ili češće duljine 256: od 0 do 255) kocke. RGB model boje prikazan je na slici 2 [6].

<sup>3</sup> Neki autori spominju druge osnovne boje ali svi su suglasni da boje dolaze iz različitih dijelova spektra – kratke, srednje i duge valne duljine. Za Arnheima je to plavoljubičasta, zelena i žuta, a za Kuppersa plavoljubičasta, zelena i narančastocrvena [5].



Slika 2. RGB model boja

U ishodištu je smještena crna boja, a na najudaljenijem vrhu bijela. Prostorna dijagonala koja ih povezuje predstavlja razine sivog. Sekundarne boje su kombinacije primarnih: žuta (crvena + zelena), magenta (crvena + plava) i cyan (plava + zelena). Tercijarne boje dobiju se miješanjem sekundarnih. Područje boja koje može prikazati CRT monitor određeno je svojstvima fosfora. CRT (*Cathod Ray Tube*) monitori s različitim fosfornim slojem pokrivat će različita područja boja. Crvena boja ima valnu dužinu 435,8 nm, plava 546,1 nm i zelena 700 nm [7].

Prema psihološkoj reakciji boje općenito dijelimo u tople i hladne. Tople boje su crvena, narančasta i žuta, a hladne su plava, zelena i ljubičasta. Crna, bijela i sive boje nisu ni tople ni hladne. Toplo i hladno se odnose na našu reakciju prema bojama, a ta reakcija još uvijek nije do kraja objašnjena, no sasvim je pouzdano utvrđeno da je ona direktna, odnosno da nije ovisna o naučnoj ili kulturološki usvojenoj reakciji. Svjetlost direktno utječe na naš nervni sustav, a različite valne duljine, odnosno različite boje izazivaju različite reakcije. Izmjereno je da se mišićna snaga i tjelesna cirkulacija pojačavaju pod utjecajem svjetla i da rastu u sekvenci: plavo, zeleno, žuto, narančasto i crveno; zato nas crvena boja pobuđuje. Također je poznato da duži period bez izlaganja svjetlu uzrokuje psihološke poremećaje, depresiju i sklonost samoubojstvima. Gledano sa strane vizualne percepcije tople boje kao da su bliže promatraču od hladnih, one kao da pokušavaju izaći iz fotografije dok se hladne naizgled udaljavaju. Crvena, narančasta i žuta boje su prvog plana; zelena se lagano povlači u pozadinu pa je možemo nazvati i bojom srednjeg plana, a plava je boja daljine, boja neba, horizonta i atmosfere izmaglice.

## *Psihološki učinak po pojedinim bojama*

*Crvena boja* ostavlja dubok utisak na čovjeka, razdražuje, pobuđuje i uzbuđuje. Ona signalizira opasnost pa se koristi prilikom upozorenja. Potiče mišićnu snagu i stimulira tjelesnu cirkulaciju, instinktivno je povezujemo s primitivnim, osnovnim nagonima.

*Narančasta boja* nalazi se između žute i crvene, no po značenju je bliža crvenoj iako nije toliko nametljiva. Zrači snagom i toplinom. Ona je vesela i ponosna, a često označava blaženstvo.

*Žuta* je najsvjetlija boja, vesela i topla, a u čistom je tonu sjajnija i zamjetljivija čak i od bijele. Živahna, energična, radosna i vesela ona na ljudsku psihu djeluje poticajno. Kad se žuta približava bijeloj djeluje ljupko i sanjalačko, no kad je tamna i zasićena neće više biti ugodna oku.

*Zelena boja* djeluje umirujuće, odmara fizički (ljudski je vidni sustav najosjetljiviji u ovom području pa se najmanje napreže) i psihički. Uz malo plave nijanse ostavlja utisak svježine i mira dok uz primjese žute djeluje malo aktivnije i toplije. Asocira na odmor, oporavak i novi početak.

*Plava boja* simbolizira mudrost, vjernost, snagu, nepokolebljivost, nedostižnost i beskonačnost. Često djeluje sanjivo i nostalgično.

Ljubičasta nastaje kombiniranjem crvene i plave, pa može dobiti crvenu ili plavu nijansu. Kao takva ona se nalazi na prekretnici između toplih i hladnih boja, dviju suprotnosti s obzirom na psihološki učinak. [8]

Potrebno je spomenuti i podjelu na komplementarne boje. Komplementarne boje su dvije boje od koje jedne nema ni malo u drugoj boji. One se nalaze na suprotnim stranama takozvanog Ostwaldovog kruga boja. To su: narančasta i plava (narančasta nastaje miješanjem crvene i žute, a to znači da u sebi nema nimalo plave boje); ljubičasta i žuta; crvena i zelena. [9]

Koje su kombinacije boja optimalne za korištenje u pripremi e-obrazovnih materijala? Tople ili hladne? Primarne ili sekundarne? Ili se najbolji rezultati postižu komplementarnim bojama? Ovaj će rad pokušati barem djelomično odgovoriti na ova pitanja.

## **2. ISTRAŽIVANJE**

### **2.1. Ideja, cilj i metodologija istraživanja**

Osnovna ideja istraživanja jest ispitati postoji li razlika u pamćenju teksta kod ispitanika eksperimentalne i kontrolne grupe ako je jedina varijabla koja se ispituje različita kombinacija boja znakova teksta i podloge teksta.

Istraživanje je podijeljeno u nekoliko koraka. U prvom koraku napravljen je izbor tekstova, u drugom izvršeno je testiranje pamćenja kontrolne grupe, u trećem je napravljen izbor boja i podloga tekstova, dok je u četvrtom napravljeno testiranje pamće-

nja eksperimentalne grupe. Nakon testiranja slijedila je obrada podataka. Obradu podataka obavila je jedna osoba.

## 2.2. Izbor tekstova

Izabrano je 30 tekstova, približno jednake duljine, od 106 do 119 riječi (prosjeck 109,6, sa standardnom devijacijom od 2,22). Tekstovi nisu imali tablica, fotografija, animacija, grafičkih simbola, okvira ili navigacijskih elemenata. Tekstovi su preuzeti s Interneta, a tematski su najvećim dijelom bili iz područja popularne znanosti. Tekstovi međusobno nisu bili povezani, tako da nije bilo mogućnosti za transfer informacija.

Svi su tekstovi bili zanimljivi i s vrlo malim brojem novih-stručnih riječi (do 5 u jednom tekstu), objavljeni prije tri ili više godina, tako da je vjerojatnost da je netko od sudionika testiranja ranije pročitao tekst i zapamtio ga, zanemariva.

Obzirom na broj riječi i dano vrijeme za pamćenje/učenje, a nakon što je prvi dan testiranja prošao, ustanovljeno je da je bolje služiti se brojem pojmova u tekstu, a ne brojem riječi. Pojedini su ispitanici pisali samo pojmove (glagoli, imenice, pridjevi, brojevi, zamjenice), a izostavljali veznike, priloge i prijedloge, dok su drugi pisali sve riječi. Obzirom na prijelaz na takvu metodologiju brojanja, broj pojmova u pojedinim tekstovima se znatno razlikovao i iznosio je od 66 do 89 po tekstu (prosječno 80,2 s standardnom devijacijom 5,38). U ovom istraživanju neujednačenost broja pojmova u tekstu neće predstavljati problem jer će i kontrolna i eksperimentalna grupa raditi s istim tekstovima.

Broj pojmova i područje teme navedeni su u tablici 1.

Tekst kojeg je trebalo zapamtiti bio je napisan i prikazan u MS Wordu. Oblik znakova bio je bezserifni, kojeg je na monitoru lakše čitati, Verdana, normal bez podcrtavanja i kurziva, a podržava ga većina računala [10] i najčešće se koristi kod dizajna web stranica, veličine 12 točaka, crne boje, dok je podloga bila bijela. Rečenice su pisane po gramatičkim pravilima. Prvo slovo u rečenici bilo je veliko, a ostala mala jer se tekst pisan samo velikim slovima teško čita. Tekst je bio poravnat ulijevo. Zumiranje je bilo postavljeno na 150%. Za pročitati tekst nije bilo potrebno koristiti horizontalne ni okomite klizače. Tip monitora (Samsung) bio je CRT, fizičke veličine dijagonale 17". Rezolucija je bila 1024x768 točaka, a frekvencija osvježavanja 75 Hz, kako bi se izbjegla pojava umaranja očiju i glavobolje. Kontrast i jačina osvjtljenja postavljeni su na uobičajene vrijednosti na svim monitorima. Oči studenata bile su udaljene oko 60 cm od ekrana monitora.

Tekst broj	Naslov teksta	Broj riječi	Broj pojmova	Tematika teksta
1	Krava	111	83	Popularna znanost
2	Hrana	106	84	Popularna znanost
3	Jezero	111	82	Popularna znanost
4	Stonoga	112	75	Popularna znanost
5	Let	109	76	Popularna znanost
6	Beba	110	79	Popularna znanost
7	Priča	111	66	Izmišljena priča
8	Velebit	111	84	Zanimljiv putopisni članak
9	Mars	111	74	Popularna znanost
10	Majmuni	111	78	Popularna znanost
11	Etiopija	114	78	Zanimljiv putopisni članak
12	Mulj	113	72	Popularna znanost
13	Hipnoza	109	79	Popularna znanost
14	Gorivo	119	86	Popularna znanost
15	Mravi	115	88	Popularna znanost
16	Papir	115	88	Popularna znanost
17	Biblija	116	84	Popularna znanost
18	Sat	114	89	Popularna znanost
19	Meduza	111	79	Popularna znanost
20	Kurje oči	111	81	Popularna medicina
21	Kljun	116	87	Popularna znanost
22	Uho	114	83	Popularna znanost
23	Zec	113	81	Popularna znanost
24	Brod	107	75	Popularna povijest
25	Aspirin	110	79	Popularna znanost
26	Alge	114	84	Popularna znanost
27	Dodo	114	72	Popularna znanost
28	Mem	112	79	Popularna znanost
29	Stablo	114	84	Popularna znanost
30	Sisavci	114	78	Popularna znanost

Tablica 1. Broj riječi, pojmova i tematika tekstova

### 2.3. Testiranje pamćenja kontrolne grupe

Testiranje je provedeno od studenog 2006 do siječnja 2007. godine. Nazočilo mu je 44 (42 ženska i dva muška) dragovoljno prijavljena studenata prve godine Učiteljskog studija Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli. Prosječna starost studenata je 19,4 godina. Prosječan broj prikupljenih bodova (koji su proporcionalni uspjehu u srednjoj školi) upisanih studenata u srednjoj školi bila je 278, sa standardnom devijacijom 43,3. Testiranje je izvršeno u kabinetu informatike u četiri grupe s po 10-12 studenata istovremeno. Studenti su svaki put sjedili na istom mjestu i imali slične uvjete (uvjetovanje kontekstom).

Testiranje je provedeno na način da su studenti čitali tekst 180 sekundi s ekrana monitora, a zatim ugasili monitor i, bez stanke, olovkom po papiru pisali sve čega su se sjetili iz pročitanoog teksta. Ispitanici su mogli čitati tekst koliko god puta su željeli, ali nisu smjeli praviti nikakve bilješke. Smjeli su pročitano ponavljati na glas (tiho, tako da ne smetaju ostalim ispitanicima).

Ispitanicima je dana uputa da tekst pišu što doslovnije. Vrijeme pisanja bilo je ograničeno na 210 sekundi. Nakon pisanja teksta slijedila je pauza od 300 sekundi, a nakon toga pristupilo se sljedećem testu. U jednom danu ispitanici su pisali 5 testova. Nažalost, zbog zauzetosti ispitanika, testiranje nije provedeno svakog dana i nije provedeno u isto vrijeme. Ispitanicima nisu sugerirane mnemotehnike kojima će se koristiti.

Ispitanici su na papir trebali napisati ime i prezime, tekst kojeg su zapamtili i, eventualno, napomenu ukoliko se iz nekog razloga nisu osjećali dobro (neispavani, gladovolja ili slične poteškoće)

### 2.4. Eksperimentalna grupa

Testiranje eksperimentalne grupe provedeno je od studenog 2008. do siječnja 2009. godine, a nazočilo mu je 26 dragovoljno prijavljenih studenata (24 žene i dva muškarca). Prosječna starost iznosila je 19,4 godina. Prikupljen broj bodova prigodom upisa na studij iznosio je 270 sa standardnom devijacijom od 30,7.

Testiranje je izvršeno s istim parametrima kao i kod kontrolne grupe (isti monitori, isti tekstovi s istim oblikovanjem, isti kabinet s računalima, studenti su postavljeni da gledaju s približno iste udaljenosti od ekrana monitora, isto godišnje doba, približno jednaka količina buke koja je dolazila izvan kabineta, iste pauze i ostalo). Jedina je razlika bila u kombinaciji boji teksta i boje podloge. Jedan tekst (22.) bio je iste kombinacije boja (crno na bijelom) kao i kod kontrolne grupe, kako bi se i po tom kriteriju mogle usporediti grupe.



### 2.4.1. Izbor boja teksta i boje podloge za eksperimentalnu grupu

Primarne boje kod crtanja (reflektivno svjetlo) su crvena, žuta i plava, ali kod monitora (incident light) to su crvena, zelena i plava. Kako je tekst prikazan na monitoru, u ovom istraživanju koristi se RGB model boja. Obzirom da je bilo ukupno 30 tekstova, izabrane su kombinacije boja tekstova i podloga prikazane u tablici 2.

Tekst					Podloga			
	Naziv boje	Crvena	Zelena	Plava	Naziv boje	Crvena	Zelena	Plava
1	Plava - hladna	0	0	255	Svjetložuta – topla	255	255	153
2	Ljubičasta – hladna	128	0	128	Svjetložuta – topla	255	255	153
3	Plava – hladna	0	0	255	Svjetlonarančasta – topla	255	133	0
4	Zelena - hladna	0	128	0	Žuta – topla	255	255	0
5	Žuta – topla	255	255	0	Morskozelena - hladna	51	153	102
6	Žuta – topla	255	255	0	Plava – hladna	0	0	255
7	Plava – hladna	0	0	255	Morskozelena – hladna	51	153	102
8	Crvena - topla	255	0	0	Svjetložuta – topla	255	255	153
9	Morskozelena – hladna	51	153	102	Plava – hladna	0	0	255
10	Crna	0	0	0	Ljubičasta – hladna	128	0	128
11	Svjetložuta – topla	255	255	153	Crna	0	0	0
12	Svjetložuta – topla	255	255	153	Crvena – topla	255	0	0
13	Bijela	255	255	255	Crvena – topla	255	0	0
14	Crna	0	0	0	Svjetložuta – topla	255	255	153
15	Crna	0	0	0	Svjetlosmeđa – topla	255	204	153
16	Crna	0	0	0	Svjetlozelena	204	255	204
17	Crna	0	0	0	Ruža – topla	255	153	204
18	Crna	0	0	0	Narančasta – topla	255	102	0
19	Bijela	255	255	255	Morskozelena – hladna	51	153	102
20	Bijela	255	255	255	Crna	0	0	0
21	Morskozelena – hladna	51	153	102	Crvena – topla	255	0	0

22	Crna	0	0	0	Bijela	255	255	255
23	Narančasta – topla	255	102	0	Crna	0	0	0
24	Crvena – topla	255	0	0	Morskozelena	51	153	102
25	Bijela	255	255	255	Plava - hladna	0	0	255
26	Narančasta – topla	255	102	0	Bijela	255	255	255
27	Zelena – hladna	0	128	0	Bijela	255	255	255
28	Plava – hladna	0	0	255	Bijela	255	255	255
29	Crvena – topla	255	0	0	Bijela	255	255	255
30	Tamnocrvena – topla	128	0	0	Bijela	255	255	255

Tablica 2. Izbor boja teksta i podloge korištenih u istraživanju

Sve boje podloga su jednostavne[11], jednoboje i bez uzoraka kako bi tekst bio čitljiv. Boje podloga (osim pod brojem 10) su iz takozvane *sigurne* (eng. browser-safe) palete boja. Boje iz sigurne palete koriste se jer je jedino s njima moguće postići istu nijansu boje na IBM i MAC računalima uz Netscape, Mosaic i Internet Explorer preglednike. Boje znakova su također iz sigurne palete (osim za tekstove pod brojevima 2, 4, 27 i 30). Ukoliko se ne koriste boje iz ove palete, na nekim se monitorima dobije miješanje (eng. dithering) dviju boja [12].

### 3. REZULTATI

Dobiveni rezultati prikazani su tablicom 3. U tablici je vidljivo koliko je valjanih testova uzeto u razmatranje, broj pojmova na u tekstu, prosječan broj i standardna devijacija napisanih pojmova za kontrolnu i eksperimentalnu grupu.

Tekst		Kontrolna grupa				Eksperimentalna grupa			
Broj teksta	Broj pojmova	Broj ispitanika	Prosječno napisanih pojmova	% napisanih pojmova	Stand. devi.	Broj ispitanika	Prosječno napisanih pojmova	% napisanih pojmova	Stand. devi.
1	83	41	30,39	36,61	4,92	20	31,70	38,19	6,33
2	84	43	33,30	39,65	7,69	22	31,27	37,23	7,75
3	82	34	31,50	38,41	7,17	21	34,19	41,70	8,23
4	75	40	34,25	45,67	6,49	18	37,94	50,59	10,70
5	76	39	30,18	39,71	7,08	17	36,47	47,99	12,91
6	79	40	33,90	42,91	7,02	18	40,61	51,41	9,06
7	66	42	39,62	60,03	6,54	21	36,43	55,19	8,34
8	84	43	32,58	38,79	7,27	17	34,35	40,90	8,89
9	74	43	46,16	62,38	8,48	22	46,95	63,45	10,06
10	78	42	40,14	51,47	6,98	22	47,64	61,07	9,17
11	78	40	44,08	56,51	9,09	21	39,38	50,49	8,66
12	72	37	34,38	47,75	7,09	19	35,26	48,98	9,43
13	79	39	32,15	40,70	7,41	18	35,61	45,08	9,94
14	86	39	32,87	38,28	8,44	15	39,80	46,28	9,26
15	88	41	41,10	46,70	8,21	21	36,19	41,13	10,49
16	88	40	31,05	35,28	5,26	19	33,00	37,50	10,91
17	84	39	33,23	39,56	8,77	17	33,00	39,29	7,85
18	89	43	46,72	52,50	8,19	19	47,47	53,24	9,68
19	79	40	42,40	53,67	8,03	20	40,35	51,08	8,82
20	81	42	39,71	49,03	8,64	21	40,71	50,26	10,12
21	87	39	39,13	44,97	7,66	21	40,52	48,58	11,40
22	83	41	35,02	42,20	9,75	17	36,00	43,37	10,30
23	81	43	54,40	67,15	10,25	20	44,45	54,88	9,79
24	75	41	38,90	51,87	9,97	21	41,19	54,92	9,95
25	79	42	39,43	49,91	7,91	21	42,24	53,47	7,99
26	84	43	42,21	50,25	8,26	21	33,90	40,36	9,01
27	72	42	43,10	59,85	8,15	22	38,50	53,47	5,68
28	79	41	34,10	43,16	8,94	20	36,10	45,70	8,30
29	84	32	30,56	36,38	7,81	17	35,12	41,81	10,27
30	78	32	41,00	52,56	10,74	16	30,94	39,66	8,15
		Average	37,58	47,13	7,94	Average	37,91	47,58	9,25

Tablica 3. Dobiveni rezultati

### 3.1. Analiza rezultata

Iz uvodnih razmatranja može se vidjeti da su grupe ispitanika bile podjednake po starosti, spolu i broju prikupljenih bodova prigodom upisa na studij. Istraživanje je provedeno pod sličnim uvjetima, pa se može smatrati da će na dobivene rezultate utjecati samo varijabla koju mjerimo, a to je kombinacija boje teksta i podloge.

Broj priznatih testova i uvrštenih u rezultate u kontrolnoj je grupi varirao od 32 do 43 (od ukupno 44 ispitanika). Pojedinih testiranjima nekoliko ispitanika nije prisustvovao, a neki testovi nisu uzeti u obzir zbog napomena koje su ispitanici napisali (glavobolja, nesаница i sl.) i ostvarenih rezultata daleko ispod prosjeka grupe. U razmatranje nisu uzeti testovi koji su imali manje od 20 napisanih pojmova.

Kod eksperimentalne je grupe situacija bila slična. Testova koji su ušli u obradu i analizu bilo od 15 do 22 (od ukupno 26 ispitanika). Osim gore navedenih razloga neuvršćavanja, ovdje treba navesti i slabu koncentraciju zbog kombinacije boje teksta i podloge, pa je broj nevažjećih testova bio nešto veći, a i standardna devijacija je bila veća nego kod kontrolne grupe.

Test pod brojem 22 imao je istu kombinaciju boja za kontrolnu i eksperimentalnu grupu. Prosječni rezultat ovog testa eksperimentalne grupe je 43,37% dosjećenih pojmova, dok je kontrolna grupa imala rezultat od 42,20%. Razlika je minimalna i iznosi jedan (1,17) pojam što čini relativnu razliku od 2,77%.

Prosječna standardna devijacija za kontrolnu grupu je 7,94 dok je za eksperimentalnu nešto viša i iznosi 9,25. To je objašnjivo dvjema činjenicama: a) testovi u boji rezultiraju većom razlikom u postignutim rezultatima i b) veća odstupanja u manjoj grupi imaju veći utjecaj na standardnu devijaciju.

Prosječan broj napisanih pojmova za ukupnu bateriju od 30 testova kod kontrolne i eksperimentalne grupe gotovo je jednaka (47,13% odnosno 47,58%).

U sljedećoj tablici dat je prikaz kombinacija boja tekstova i podloga poredan od boljih prema lošijim rezultatima testova pamćenja. Podaci su poredani u odnosu na crno-bijelu kombinaciju koja se pojavila u obje grupe. Obzirom da je rezultat kod eksperimentalne grupe za navedenu crno-bijelu kombinaciju malo veći (ranije navedenih 2,77%) od rezultata u kontrolnoj grupi, napravljena je i korigirana relativna razlika kako bi se mogli uspoređivati podaci.

broj teksta	Kombinacija boja		broj pojmova	Kontr. grupa	Eksperi. grupa	relativna razlika	korigirana relativna razlika
	tekst	podloga		% dosjećenih pojmova	% dosjećenih pojmova		
14	Crna	Svjetložuta	86	38,28	46,28	20,90%	17,64%
5	Žuta	Morskozelena	76	39,71	47,99	20,85%	17,59%

6	Žuta	Plava	79	42,91	51,41	19,81%	16,58%
10	Crna	Ljubičasta	78	51,47	61,07	18,65%	15,45%
29	Crvena	Bijela	84	36,38	41,81	14,93%	11,83%
4	Zelena	Žuta	75	45,67	50,59	10,77%	7,78%
13	Bijela	Crvena	79	40,70	45,08	10,76%	7,77%
3	Plava	SvjetloNarančasta	82	38,41	41,70	8,57%	5,64%
21	Morskozelena	Crvena	87	44,97	48,58	8,03%	5,11%
25	Bijela	Plava	79	49,91	53,47	7,13%	4,24%
16	Crna	SvjetloZelena	88	35,28	37,50	6,29%	3,43%
28	Plava	Bijela	79	43,16	45,70	5,89%	3,03%
24	Crvena	MorskoZelena	75	51,87	54,92	5,88%	3,02%
8	Crvena	SvjetloŽuta	84	38,79	40,90	5,44%	2,60%
1	Plava	SvjetloŽuta	83	36,61	38,19	4,32%	1,50%
22	Crna	Bijela	83	42,20	43,37	2,77%	0,00%
12	Svjetložuta	Crvena	72	47,75	48,98	2,58%	-0,19%
20	Bijela	Crna	81	49,03	50,26	2,51%	-0,26%
9	Morskozelena	Plava	74	62,38	63,45	1,72%	-1,03%
18	Crna	Narančasta	89	52,50	53,24	1,41%	-1,33%
17	Crna	Ruža	84	39,56	39,29	-0,68%	-3,36%
19	Bijela	MorskoZelena	79	53,67	51,08	-4,83%	-7,39%
2	Ljubičasta	SvjetloŽuta	84	39,65	37,23	-6,10%	-8,64%
7	Plava	MorskoZelena	66	60,03	55,19	-8,06%	-10,54%
11	SvjetloŽuta	Crna	78	56,51	50,49	-10,65%	-13,06%
27	Zelena	Bijela	72	59,85	53,47	-10,66%	-13,07%
15	Crna	SvjetloSmeđa	88	46,70	41,13	-11,93%	-14,30%
23	Narančasta	Crna	81	67,15	54,88	-18,27%	-20,48%
26	Narančasta	Bijela	84	50,25	40,36	-19,68%	-21,85%
30	TamnoCrvena	Bijela	78	52,56	39,66	-24,54%	-26,58%

Tablica 4. Poredak kombinacije boja od boljih prema lošijim rezultatima pamćenja

Uvidom u rezultate primjećuje se i do vrlo velike, preko 40%-tne (od +17,64% do -26,58% u odnosu na crno bijelu kombinaciju) razlike u dosjećanju pojmova kod pojedinih kombinacija boja.

Zbirni rezultati istraživanja u vezi s toplinom boja prikazani su tablicom 5. Prebrojane su kombinacije tople boje na hladnoj podlozi, hladne boje na toploj podlozi, tople na neutralnoj i druge koje su bolje (odnosno lošije) od crno-bijele kombinacije.

	Toplo na hladnom	Hladno na toplom	Toplo na neutralnom	Neutralno na toplom	Neutralno na hladnom	Hladno na neutralnom	Toplo na toplom	Hladno na hladnom	Neutralno na neutralnom	Ukupno
Bolje od crno-bijele kombinacije	3	4	1	2	3	1	1	0	0	15
Lošije od crno-bijele kombinacije	1	2	3	3	1	0	1	2	1	14
Ukupno	4	6	4	5	4	1	2	2	1	29

Tablica 5. Zbirni rezultati obzirom na toplinu boja

Iz tablice 5. razvidno je da nema nijedne kombinacije boja po pitanju topline koja bi iskakala bilo u pozitivnom (bolje od crno-bijele kombinacije), bilo u negativnom (lošije od crno-bijele kombinacije) smjeru te da po tom kriteriju nije potrebno voditi brigu prigodom dizajna obrazovnog materijala.

### 3.2. Preporuke za daljnje istraživanje

Dobivene rezultate ipak treba uzeti s malom dozom rezerve jer je eksperimentalna grupa u pojedinim slučajevima imala relativno mali broj (15-20) ispitanika.

Za daljnja istraživanja preporuča se:

a) uzeti malo kraće tekstove (do 60 pojmova) uz zadržavanje vremena čitanja i pisanja. U nekim napomenama studenti su to predložili jer se javlja efekt „popunjavanja“ rupa, pa oni „maštovitiji“ studenti napišu riječi-pojmome kojih u izvornom tekstu nije bilo. Znalo se dogoditi da su pojedini studenti napisali i do 30-40% više pojmova (izmišljenih) nego što ih je bilo u izvornom tekstu.

b) osim broja riječi treba ujednačiti i broj pojmova kako bi se rezultati mogli uspoređivati i po tom kriteriju.

c) povećati broj tekstova s kojima će se provesti ispitivanje, obzirom da 30 kombinacija boja ni približno ne pokriva sve boje kojima se korisnici služe u izradi materijala za e-poučavanje na Internetu.

d) povećati broj ispitanika. Broj ispitanika u kontrolnoj grupi bi trebalo neznatno povećati (na 50 ili više). Isti broj bi trebao biti i kod eksperimentalne grupe.

e) sva bi testiranja trebala biti za obje grupe u isto vrijeme.

## 4. ZAKLJUČAK

Ovo je istraživanje dio većeg projekta u kojem je cilj utvrditi elemente efikasnijeg e-poučavanja. S jedne je strane kontrolna je grupa sa standardnom kombinaciju boja (crna slova na bijeloj podlozi), a s druge eksperimentalna grupa koja je koristila različite kombinacije boje tekstova i podloge. Dobiveni rezultati pokazuju koje kombinacije boje i podloge tekstova treba koristiti kako bi se dobio što veći efekt pamćenja. Razlike u pamćenju mogu biti i do vrlo velikih 40%, pa je vrlo bitno voditi računa o tome koje kombinacije boja teksta i podloge izabrati prigodom pripreme e-materijala za e-poučavanja kako bi efikasnost e-učenja bila što veća.

### Zahvale

Autori se najtoplije zahvaljuju:

- a) Zagrebačkoj banci d.d. koja je preko donacije za projekt *E-predmet* od rujna 2008. do rujna 2009. godine djelomično financirala ovo istraživanje;
- b) dr. Simoni Vuletić na korisnim opaskama prigodom čitanja rada;
- c) studentici Arleni Škabić na pomoći u obradi podataka.

## LITERATURA

- [1] Žufić, J., Kalpić, D. (2007a) *More Efficient Learning on Web Courseware Systems?* World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, Qubec City, Canada, 2007. (6707-6716)
- [2] Žufić, J., Kalpić, D. (2007b) *Design Workshop for use of WebCT in Education of Teachers*, 29th International Conference on Information Technology Interfaces, Knowledge Discovery in Education, Government, Industry and Business, Cavtat, Dubrovnik, Hrvatska, 2007. (393-398)
- [3] Zarevski, P. (2001.) *Psihologija učenja i pamćenja*, Naklada slap, Jastrebarsko
- [4] Mateljan, V., Širanović, Ž., Šimović, V. (2009.) *Prjedlog modela za oblikovanje multimedijalnih web nastavnih sadržaja prema pedagoškoj praksi u Republici Hrvatskoj*, Informatologia 42, 1
- [5] Damjanov, J. (1991.) *Vizualni jezik i likovna umjetnost*, Školska knjiga, Zagreb
- [6] <http://www.studij dizajna.com/tkocic/boje.pdf> (dostupno 31.8.2009.)
- [7] <http://www.scribd.com/doc/9707701/TV-TEHNIKA-> (dostupno 31.8.2009.)
- [8] <http://www.fot-o-grafiti.hr/nauci/upravljanje-bojom/psiholoski-ucinak-boje> (dostupno 31.8.2009.)
- [9] <http://nauka.adsoglas.com/sociologijapsihologija/komplementarneboje.php> (dostupno 31.8.2009.)
- [10] Shire - <http://www.shire.net/learnwebdesign/nocss/fonts.htm> (dostupno 31.8.2009.)
- [11] Carnetov referalni centar za izradu obrazovnih materijala <http://www.carnet.hr/referalni/obrazovni/iom/> - (dostupno 31.8.2009.)
- [12] Weinman, L: *The Browser-Safe Web Palette*,

<http://www.lynda.com/resources/webpalette.aspx> (dostupno 31. 8. 2009.)

### COLOR AND MORE EFFICIENT E-LEARNING

#### *S u m m a r y*

All teaching materials for institutions of high education in Republic of Croatia will soon be prepared both in a paper, as well as in an electronic version and placed on "standard" web pages or in some of the web courseware tools. A responsible teacher would take care that such material is of good quality not only in terms of content, but also to have a design that will make E-learning more efficient. What types of colors and what types of backgrounds should be chosen for a good quality teaching? Warm or cold, contrasting or similar? Some colors make students more irritable, while others provide a better learning experience. This study, conducted among approximately seventy students, reports results of a two-year research project that attempted to establish which colors affect the quality of learning using computer-based teaching. Based on the results of the conducted tests, a list of recommended colors that would make E-learning more efficient is provided.

**Key words:** *teaching material, electronic version, web, teacher, colours, e-learning*

### IL COLORE E UNA MAGGIORE EFFICACIA DELL'INSEGNAMENTO ON-LINE

#### *R i a s s u n t o*

Nel prossimo futuro tutti i materiali didattici delle istituzioni universitarie nella Repubblica di Croazia dovranno essere realizzati sia in forma cartacea che in quella elettronica e inseriti su "semplici" pagine web o su qualche mezzo *courseware*. Un docente coscienzioso dovrà aver cura non solo della qualità dei contenuti di questi materiali, ma anche del *design*, in modo che esso possa rendere l'insegnamento *on-line* più efficace. Quali colori e quale sfondo scegliere per un insegnamento di qualità? E' vero che alcuni colori irritano gli alunni, mentre altri favoriscono l'apprendimento? Nel saggio sono esposti i risultati di una ricerca biennale, svolta con un gruppo di 70 studenti per accertare quali colori migliorano la qualità dell'apprendimento tramite il computer. In base ai risultati è stata stesa una lista di colori raccomandati per un efficace studio *on-line*.

**Parole chiave:** *materiali didattici, versione elettronica, web, insegnante, colori, e-learning*