

# Zbornik radova, Tiskarstvo i dizajn 2017

Akademija Tehničkih Znanosti Hrvatske  
Centar za grafičko inženjerstvo

Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sveučilište Sjever, Varaždin - Koprivnica

Athens Technological Educational Institute (ATEI),  
The Department of Graphic Arts Technology, Greece

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

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka,  
Republika Srbija

Univerzitet u Travniku, Fakultet za tehničke studije,  
Bosna i Hercegovina

Veleučilište Hrvatsko zagorje, Krapina

Grafička škola u Zagrebu, Hrvatska

Školska knjiga, Zagreb

Grafički zavod Hrvatske

UREDNIKA

izv. prof. dr. sc. Jana Žiljak Vujić

## ZNANSTVENI I RECENZENTSKI ODBOR

prof. dr. sc. Darko Agić\*  
prof. dr. sc. Rajendrakumar Anayath (IN)\*  
prof. dr. sc. Darko Babić\*  
prof. dr. sc. Mario Barišić  
prof. dr. sc. Sanja Bjelovučić Kopilović  
prof. dr. sc. Damir Boras  
dr. sc. Darijo Čerepinko  
prof. dr. sc. Slavica Čosović Bajić  
prof. dr. sc. Salim Ibrahimfendić(BiH)  
dr. sc. Josipa Lajković (SLO)  
doc. dr. sc. Nikolina Stanić Loknar  
prof. dr. sc. Mladen Lovreček  
doc. dr. sc. Igor Majnarić  
prof. dr. sc. Dorian Marjanović  
dr. sc. Mile Matijević  
doc. 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. dr. sc. Antun Koren  
prof. emer. 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  
prof. dr. sc. Antun Presečki  
doc. dr. sc. Zvonimir Sabati  
prof. dr. sc. Hrustem Smailhodžić (BiH)  
doc. dr. sc. Mario Tomiša  
doc. dr. sc. Damir Vusić  
doc. dr. sc. Igor Zjakić  
doc. dr. sc. Ivana Žiljak Stanimirović  
prof. emer. dr. sc. Vilko Žiljak\*  
dr. sc. Ante Žužul

\*Centar za grafičko inženjerstvo HATZ

## ORGANIZACIJSKI ODBOR

Milan Bajić, dipl. ing. techn.  
prof. dr. sc. Mario Barišić  
Aleksandra Bernašek Petrincec, dipl. graf. ing.  
Dubravko Deželić, dipl. graf. ing.  
mr. Ana Hoić, mag. des.  
dr. sc. Denis Jurečić

Sandra Koprivnjak, bacc. ing. tech. inf.  
Ulla Leiner Maksan, mag. des.  
Ivan Rajković, dipl. filmitv mont., mba  
mr. sc. Nenad Sikirica  
Vesna Uglješić, mag. des.  
mr. sc. Marinko Žagar

## TEME KONFERENCIJE

1. E-literatura,
2. Obrazovanje na daljinu,
3. Zaštita dokumenata i vrijednosnica
4. Projektni menadžment u grafičkim i informacijskim sustavima,
5. Informacijski i komunikacijski sustavi u grafičkoj struci,
6. Računalni informacijski sustavi i ispis podataka,
7. Multimedija u E-obrazovanju
8. Nove tehnologije u tiskarstvu

## POZVANO PREDAVANJE

prof. dr. sc. Mario Barišić  
prof. dr. sc. Nikola Mrvac  
prof. dr. sc. Rajendrakumar Anayath  
prof. dr. sc. Dragoljub Novaković

## ADMINISTRATIVNO VOĐENJE

Medicentar d.o.o.  
e-mail: info@medicentar.hr  
tel: 01 2305 444

## TAJNICA SKUPA

Sandra Koprivnjak, bacc. ing. techn. inf.

## UČESTALOST IZLAŽENJA

Godišnje

## NAKLADNIK

Fotosoft d.o.o.  
Bednjanska 12,  
10000 Zagreb

ISSN 2459-8836

www.tiskarstvo.net/printing&design2017  
tiskarstvo.dizajn@tvz.hr  
jana@ziljak.hr

## Contents

<b>STANDARDIZACIJA BOJA NA POMORSKIM KARTAMA</b> .....	5
Tonći Jeličić, Damir Modrić, Josip Kasum	
<b>ANALIZA NERAVNOMJERNE POKRIVENOSTI OTISKA NA PAPIRNATIM PODLOGAMA S VLAKANCIMA JEČMA</b> .....	17
Irena Bates, Ivana Plazonić, Željka Barbarić-Mikočević, Vesna Džimbeg-Malčić	
<b>PRIMJENA ARCS-V MODELA MOTIVACIJE U PLANIRANJU I OBLIKOVANJU EDUKATIVNE RAČUNALNE VIDEO-IGRE</b> .....	23
Ivan Blesić, Uroš Nedeljković	
<b>SIMETRIJA TRANSLACIJE U GRAFIČKOM DIZAJNU</b> .....	30
Ivan Budimir, Igor Jelaska, Josipa Fotak	
<b>METODE GAMIFIKACIJE U ONLINE SUSTAVIMA UČENJA PROGRAMIRANJA – OSOBNO ISKUSTVO</b> .....	37
Vjeron Bušelić, Kristijan Župan	
<b>UTJECAJ KORIŠTENE TEHNIKE LIJEPLJENJA NA ČVRSTOĆU UVEZA KNJIGE</b> .....	44
Željko Hadžija, Gorana Petković, Suzana Pasanec Preprotić	
<b>PRIMJENA OPTIČKIH ILUZIJA U MARKETINGU</b> .....	53
Brigita Krog, Krunoslav Hajdek, Robert Geček	
<b>STAVOVI STUDENATA O VAŽNOSTI PRIMJENE E-UČENJA I MULTIMEDIJSKIH TEHNOLOGIJA U NASTAVI ENGLESKOGA JEZIKA KAO JEZIKA STRUKE</b> .....	63
Ivana Jurković, Tatjana Badrov, Ivan Sekovanić	
<b>REVIZIJA E-UPRAVE</b> .....	70
Ida Panev, Dijana Liverić, Juraj Vrzan	
<b>ENGLJESKA I HRVATSKA TERMINOLOGIJA PROJEKTIRANJA, IZRADE I SASTAVLJANJA TISKANIH PLOČICA</b> .....	76
Marko Miletić <sup>1</sup> , Ivana Jurković <sup>1</sup> , Robert Jolić <sup>1</sup>	
<b>RAZVOJ VIZUALNOG IDENTITETA PROMOTIVNIH MREŽNIH STRANICA</b> .....	82
Ivana Žganjar, Ivan Budimir, Nikola Mrvac	
<b>KOMPRACIJA KOLORNIH INKJET OTISAKA NASTALIH S LATEX STROJEVIMA 2. I 3. GENERACIJE</b> .....	89
Igor Majnarić, Erik Pečanić, Ivana Bolanča Mirković, Marko Morić, Nemanja Kašiković	
<b>NEAR-INFRARED SPECTROSCOPY OF PRINTING DYES AND PIGMENTS</b> .....	98
Jana Žiljak Vujić	
<b>BLIZANCI BOJA U VIZUALNOM I INFRACRVENOM SPEKTRU</b> .....	100
Vilko Žiljak, Rajendrakumar Anayath, Darko Agić	
<b>MODELIRANJE OBJEKATA ZA 3D ISPIS U VIRTUALNOJ STVARNOSTI</b> .....	104
Ana Agić	

<b>PRIMJENA DRUPAL CMS-A U IZGRADNJI WEB SUSTAVA .....</b>	<b>110</b>
Alen Pagač, Alen Šimec, Lidija Tepeš Golubić	
<b>MECHANISMS OF PAPER DEGRADATION IN DIFFERENT CONDITIONS .....</b>	<b>118</b>
Adnan Durmić, Mirela Rožić, Marina Vukoje	
<b>ANALIZA RAZUMIJEVANJA I STAVOVA STUDENTA KAO DJELOTVORAN DOPRINOS UNAPREĐENJU EVALUACIJE NA RAZINI PREDMETA.....</b>	<b>126</b>
Danijela Pongrac	
<b>ANALIZA KRIVULJE PRIVLAČNOSTI U ODNOSU NA REALNOST IZGLEDA ISPITANOG SUBJEKTA.....</b>	<b>134</b>
Sanja Bjelovučić Kopilović, Lana Kessler, Anna Maria Hackenberger Kutuzović	

## STANDARDIZACIJA BOJA NA POMORSKIM KARTAMA

**Tonći Jeličić<sup>1</sup>, Damir Modrić<sup>2</sup>, Josip Kasum<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Hrvatski hidrografski institut, Split, Hrvatska - Hydrographic Institute of the Republic of Croatia, Split, Croatia

<sup>2</sup> Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska - Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, Croatia

<sup>3</sup> Sveučilišni odjel za forenzične znanosti, Sveučilište u Splitu, Hrvatska - University Department of Forensic Science, University of Split, Croatia

### Sažetak

Prema preporukama Međunarodne hidrografske organizacije, hidrografski uredi u svijetu općenito nastoje standardizirati svoje pomorske karte i navigacijske publikacije te osigurati točnost i pouzdanost prikazanih informacija. To znači da treba osigurati i kvalitetnu reprodukciju te čitljivost karte u svim uvjetima, što je osnovna zadaća grafičke tehnologije unutar sustava hidrografskih organizacija.

Radna grupa za standardizaciju pomorskih karata i papirnatih karte izrađuje tehničke specifikacije za primjenu boja kako bi se izbjegle zabune i/ili greške zbog primjene različitih kombinacija boja na pomorskim kartama.

U radu se posebno razmatra važnost primjene boja na pomorskim kartama, navode se međunarodna iskustva pri odabiru boja te analizira primjena boja na kartama pojedinih država članica IHO-a.

Zaključno se daje stanje u vezi s primjenom boja na hrvatskim pomorskim kartama, te se predlaže postupak standardizacije kako bi hrvatske pomorske karte slijedile međunarodne trendove, uz istovremeno zadržavanje elemenata nacionalne tradicije i prepoznatljivosti.

Ključne riječi: pomorske karte, primjena boja, standardizacija

## STANDARDIZATION OF COLOURS ON CHARTS

### Abstract

According to recommendations of the International Hydrographic Organization, hydrographic offices worldwide tend to standardize their charts and navigational publications to ensure accuracy and reliability of the given information. The main task of graphic technology within hydrographic organisations is to ensure high-quality reproduction as well as readability of charts under all conditions of use.

Chart Standardization & Paper Chart Working Group draws up technical specifications for the use of colours in order to avoid confusion and/or error due to different colour combinations on charts.

The paper underlines the importance of choosing and applying colours on charts, presents international experiences, and analyses the use of colours on some IHO Member States' charts.

Finally, the paper analyses the development and current situation of colours on the Croatian charts, and proposes the standardization procedure to bring the Croatian paper charts closer to international recommendations and trends, while maintaining the elements of national tradition and distinctness.

Keywords: paper charts, use of colours, standardization

### 1. Pravna utemeljenost izdavanja pomorskih karata, međunarodne preporuke i tehničke specifikacije

Pomorske karte i navigacijske publikacije se izrađuju i održavaju prema međunarodnim i nacionalnim standardima, koji su djelomično obuhvaćeni međunarodnim konvencijama, ugovorima i preporukama Međunarodne pomorske organizacije (International Maritime Organization - IMO), Međunarodne hidrografske organizacije (International Hydrographic organization - IHO), kao i nacionalnim propisima.

[1]

## 1.1. Pravna utemeljenost izdavanja pomorskih karata i međunarodne preporuke

Međunarodna hidrografska organizacija (IHO) utemeljena je kao Međunarodni hidrografski ured u Monacu 1921. godine. Ona povezuje hidrografske urede pojedinih država radi postizanja usuglašenosti hidrografskih dokumenata i razvoja hidrografske znanosti.

IHO izrađuje i tehnički unapređuje međunarodne standarde za pomorske karte i navigacijske publikacije. Preporuke IHO-a odnose se na papirnate i elektroničke pomorske karte i navigacijske publikacije i sadrže sve tehničke rezolucije. Dio B odnosi se na pomorske karte gdje su dane i preporuke u svezi upotrebe simbola, kratica i same izrade karata.

Međunarodna pomorska organizacija (IMO) između ostalog ima zadatak pružiti podršku usvajanju najviših standarda u pogledu pomorske sigurnosti i uspješnosti plovidbe. Preporuke IMO-a u svezi pomorskih karata i navigacijskih publikacija sadržane su u Međunarodnoj konvenciji o zaštiti ljudskih života na moru (International Convention on the Safety of Life at Sea - SOLAS).

Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru, u poglavlju V. sadržava preporuke IMO-a u svezi pomorskih karata i navigacijskih publikacija. Ona donosi odredbe u svezi uređaja, prvenstveno zapovjedničkog mosta i djelatnosti važnih za sigurnost plovidbe. Posebno pravilo se odnosi na nautičke publikacije. Njime se zahtijeva da svi brodovi imaju održavane karte, plovidbene rute, popise svjetala, oglase za pomorce, tablice morskih mijena i sve druge nautičke publikacije neophodne za plovidbu koja se namjerava poduzeti.

Kod različitih hidrografskih ureda u svijetu općenito vrijedi preporuka da informacije sadržane u pomorskim kartama i navigacijskim publikacijama moraju biti točne i pouzdane. To znači da, između ostalog, treba osigurati kvalitetnu reprodukciju i osigurati čitljivost karte u svim uvjetima, što je osnovna zadaća grafičke tehnologije unutar sustava hidrografskih organizacija.

U Republici Hrvatskoj, prema Zakonu o hidrografskoj djelatnosti, status organizacije zadužene za hidrografsku djelatnost ima Hrvatski hidrografski institut (HHI). [1]

## 1.2. Tehničke specifikacije boja na pomorskim kartama

Međunarodna hidrografska organizacija objavljuje Propise i specifikacije za pomorske navigacijske karte (Regulations of the IHO for international (INT) charts and chart specifications of the IHO). U sekciji B poglavlja od B-140 do B-147 (08/2006.), posebno se odnose na primjenu boja odnosno kolor reprodukciju. [2]

U poglavlju B-140 stoji da sve karte trebaju biti tiskane sa minimalno četiri boje: crna, magenta, žuta i plava. Dodatne boje mogu se primjeniti kako bi se bolje prikazala posebna navigacijska područja. Primjena alternativnih boja, kao npr. crvene umjesto magente ili rastriranih boja, ima tendenciju reduciranja željene razine standardizacije. Ipak, takve varijacije boja mogu, ako je to poželjno, istaknuti elemente nacionalne prepoznatljivosti bez utjecaja na preglednost odnosno točnost karte, za razliku od primjene nestandardnih simbola. [2]

Vrlo je važno da su sve boje vidljive pod obojanim (najčešće crvenim) filterima koji se koriste za prigušivanje svjetla na komandnom mostu. Taj zahtjev se u slučaju magente (crvene) ispunjava dodavanjem određenog postotka crne kako bi se osigurala bolja uočljivost. [2]

Poglavlje B-141 definira upotrebu crne boje koja mora biti primjenjena za sve detalje osnovnog kartografskog okvira karte (npr. granice, mrežu meridijana i paralela, naslovi i sl.) te za sve fizičke odnosno čvrste značajke, uključujući dubine, podmorske kabele i cjevovode i sl. Prema pravilima, crna boja je zadana za primjenu za sve slučajeve gdje druga boja nije posebno specificirana. [2]

Primjena magente je opisana u poglavlju B-142, i ona je rezervirana za skretanje pozornosti na elemente karte koji imaju određenu važnost, npr. simbole ili za razlikovanje informacija koje se preklapaju i slično. [2]

Žuta (boja kože, eng. "buff colour") ili iznimno siva se mora primjenjivati kao boja kopna (B-143), a plava boja (B-144) kao boja koja naglašava plitke vode. Dvije ili više nijansi plave boje mogu se primjeniti za

prikaz područja različitih dubina, s tim da najtamnija plava označava najplića područja. [2]

Zelena boja (B-145) se primjenjuje za područja plimnih zona i močvarna područja, a može se dobiti i miješanjem žute i plave dakle boje kopna i mora. Primjena zelene boje omogućava da s njom budu ucrtane informacije o okolišu, ali takođe i da zelena svjetla i sektori mogu biti ucrtani odgovarajućom bojom. [2]

Tehničke specifikacije se povremeno mijenjaju odnosno unapređuju kao odgovor na potrebe kartografiranja i razvitak kartografske tehnologije. Radna grupa za standardizaciju pomorskih karata i papirnate karte (CSPCWG - Chart Standardization & Paper Chart Working Group) je zadužena za ažuriranje Tehničkih specifikacija (Technical Resolution 11/2002). [3]

Tako je u siječnju 2007 godine. (Letter 02/2007) objavljen dodatak poglavlju B-140 Primjena boja - pod naslovom Kolor reprodukcija (B-147 Colour printing). Dodatak se odnosi na klasičnu tehniku četverbojnog tiska kod koje se koriste četiri spot boje, s preporukom da se te boje mogu odabrati iz nekog od kolor standarda kao npr. Pantone Matching System (PMS). [3]

Isto tako, skreće se pažnja na preklapanje boja (overprinting) te moguće razlike u reprodukciji koje se pojavljuju ovisno o tome preko koje boje dolazi do preklapanja (npr. magenta tiskana preko svjetlo plave će izgledati različito od magente na bijeloj podlozi). Zato se u cilju dobivanja iste boje u svim slučajevima gdje se pojavljuje preporučuje primjena CMYK kombinacija boja. [3]

Boje za razne elektroničke prikaze (zaslone, monitore i sl.) koje se definiraju svojim RGB vrijednostima ne mogu se direktno primjeniti za papirnate karte, već se trebaju kovertirati u ekvivalentne vrijednosti u CMYK-u. Prilikom takvih konverzija, boje u reprodukciji mogu se prilično razlikovati od onih na ekranu. [3]

Hidrografski uredi koji prilagođavaju svoje karte za konverziju iz spot boja u prikladne procesne CMYK boje mogu naići na izvjesne poteškoće. Radi prepoznatljivosti i nacionalne tradicije hidrografski uredi mogu zadržati svoje kolor vrijednosti ili uzeti u obzir odabir ureda drugih država. Te vrijednosti bi se mogle uzeti kao polazna točka pri odabiru te sa određenim prilagodbama dobiti željene rezultate. Važno je napomenuti da se rezultati mogu razlikovati ovisno o vrsti kartografskog papira i primjenjenoj grafičkoj tehnici reprodukcije. Neki od hidrografskih ureda su objavili kombinacije boja koje primjenjuju na internet stranici IHO-a, sekcija CSPCWG ([www.iho.shom.fr](http://www.iho.shom.fr)). [3]

Radna grupa za standardizaciju pomorskih karata i papirnate karte CSPCWG je promijenila ime u Radna grupa za nautičku kartografiju (Nautical Cartography Working Group - NCWG), na sastanku u Rostocku u Njemačkoj 2015. godine.

## 2. Standardizacija primjene boja na pomorskim kartama

Pomorsku kartu ne možemo promatrati samo kroz grafičku proizvodnju nego i kao proizvod koji ima svoju upotrebnu vrijednost u određenoj radnoj okolini. Pomorska karta se koristi prilikom plovidbe kao jedno od osnovnih pomagala pri navigaciji, te treba procijeniti utjecaj grafičke tehnologije na ispunjavanje njenih osnovnih upotrebniht zahtjeva. [4]

Dovoljna osvjetljenost radnog mjesta odnosno kabine za navigacijske karte i zapovjedničkog mosta najvažniji je od svih uvjeta. Osvjetljenost mora odgovarati prirodi djelatnosti, odnosno namjeni prostora. U slučaju da radno mjesto nije dovoljno osvjetljeno, opada oštrina vida, oko više ne raspoznaje detalje i boje, napreže se, pa se posljedično javlja umor i smanjenje efikasnosti, te se time može negativno utjecati na sigurnost plovidbe. [4]

Sve je to ukazalo na potrebu standardizacije boja na pomorskim kartama koje se koriste u radnoj okolini i uvjetima različitim od onih u tiskari. Karta ima prvenstveno informativnu funkciju, te je potrebno osigurati njenu maksimalnu čitljivost za vrijeme plovidbe pri različitim uvjetima vidljivosti. Osim za dnevnog svjetla promjenjivog intenziteta (sunčano, oblačno, kišno vrijeme i sl.), pomorska karta mora biti čitljiva i pri prigušenom navigacijskom svjetlu na brodu.

### 2.1. Međunarodna iskustva primjene boja na pomorskim kartama

U članku D. W. Newsona iz UKHO, prezentiranom 1983 godine na sastanku u Royale Institute of

Navigation i kasnije objavljenom u Journal of Navigation, koji se bavi nastojanjima u cilju standardizacije pomorskih karata, posebna cjelina se odnosi na boje. [5]

Autor navodi da nema razloga za odstupanje od uobičajene prakse većine hidrografskih ureda da ograniče broj boja na kartama na četiri: crnu, magentu (crvenu), plavu i žutu (sivu). Ističe se da je pri odabiru boja potrebno imati na umu da boje moraju biti vidljive i kod prigušenog svjetla na komandnom mostu. Posebno je razmatrana standardizacija primjene magente. [5]

Stroma Lawson, certificirani profesionalni ergonom (Certified Professional Ergonomist with the Human Factors & Ergonomics Society of Australia) u radu "Colour: Its Significance for the Navigation Chart" (Značaj boja na navigacijskoj karti,) u izdanju IHO iz 1983. godine, posebno ukazuje na potrebu istraživanja boja na pomorskim kartama. [6]

U tom smislu, aktualizirano je i pitanje osvjetljenosti komandnog mosta za vrijeme noćne plovidbe. Crveno svjetlo koje se najčešće primjenjuje jer ne oštećuje na tamu priviknuto oko kao bijelo svjetlo, uzrokuje probleme sa čitljivošću detalja prikazanih u crvenoj boji na karti. Osim toga, oko potpuno adaptirano na tamu je nesposobno za percepciju boja, već razlikuje samo sive nijanse. Adaptacija je svojstvo oka da se automatski prilagodi luminaciji promatranih predmeta, a akomodacija je sposobnost prilagođavanja oka na udaljenost promatranog predmeta.

Zato je IHO pokrenula studiju o bojama na pomorskim kartama. Zaključeno je da je potrebna standardizacija i preporuka za upotrebu boja na međunarodnom nivou u cilju izbjegavanja zabuna i/ili grešaka zbog primjene različitih kombinacija boja.

Modeli za opis mjernog instrumenta "oka" i percepcije boja u mozgu su razvijeni od strane raznih organizacija, a do danas su odredbe Međunarodne komisije za svjetlo (CIE), od naročite važnosti za opis boja na bazi prosječnog promatrača, definirane još 1931. godine.

Generalno, prema Međunarodnoj komisiji za svjetlo/osvjetljenje (CIE - fra. Commission Internationale de l'Éclairage, eng. International Commission on Illumination) u bilo kojem sustavu vizualnih podataka, preporučljivo je da je broj boja minimalan. Zato se predlaže primjena četiri boje (crvena, žuta, zelena i plava) uz crnu i bijelu, a najviše šest (ljubičasta i naračasta) uz sivu za normalne radne uvjete i za korisnike sa normalnim vidom. Za pomorske karte S. Lawson preporučuje crvenu, narančastu, plavu, ljubičastu, sivu i žutu ili boju kože (buff colour) te bijelu i crnu, što se neznatno razlikuje od preporuka CIE (Slika 1.).

Za potrebe istraživanja boja na pomorskim kartama tom prilikom prikupljeni su podaci sa 49 različitih karata iz 20 zemalja. Uočeno je da se upotrebljavaju dvije do osam osnovnih boja, te njihove nijanse. Najčešće upotrebljavane boje su žuta (za kopno), plava (za more), a osim njih ljubičasta, zelena i crvena, te nešto rjeđe narančasta, smeđa (sepija) i siva. [6]



Slika 1. Primjena boja po preporuci CIE i prema preporuci S. Lawson

U članku "Chromatic Consideration on the Colour of Nautical Charts" grupe autora iz Japanskog hidrografskog ureda (Japanese Hydrographic Department - JHD) objavljenom 2001. godine, prikazana su opsežna kromatska istraživanja provedena prilikom promjene boja na njihovim pomorskim kartama. [7] Naime, u travnju 2000. godine, JHD je proveo promjenu sa Tokijskog na Svjetski geodetski sustav

(Tokyo Datum to World Geodetic System - WGS84). Zato je bilo iznimno važno da korisnici pomorskih karata znaju koji geodetski sustav koriste zbog razlike između ta dva sustava od oko 500 metara. U cilju naglašavanja te razlike na novim kartama, odlučili su se za promjenu boje kopna iz žute u sivu boju. [7]

U članku su, na osnovu Specifikacije pomorskih karata (Chart Specifications of the IHO), navedene osnovne karakteristike boja koje se primjenjuju i to: 1) primjenjuju se četiri boje (crna, plava, magenta i žuta ili siva), 2) plitke vode se prikazuju plavom, a kopno žutom (sivom), 3) plimna područja se prikazuju preklapanjem plave i žute, što daje zelenu, 4) područja dubokog mora su bez boje dakle ostaje originalna boja kartografskog papira, 5) treba biti osigurana vidljivost boja pod prigušenim svjetlom i 6) crna i magenta uvijek preklapaju (prekrivaju) plavu i žutu boju u tisku. [7]

Kako bi se odredile boje za kopno i plitke dijelove mora, spomenuti autori su istražili praksu 14 zemalja između 1983. i 2000. godine, i usporedili je sa svojim kartama prije i nakon prijelaza na WGS84. [7]

Tako su za boju kopna utvrdili da se koristi žuta ili siva, ali se između pojedinih država izdavača razlikuje način na koji se reproduciraju, i to kao raster u određenom postotku ili kao puni ton određene svjetlije boje. Žuta boja je bila definirana po JIS-u (Japanese Industrial Standard) ili po "Buyodo" standardu prema HLS vrijednostima (Hue, Lightness, Saturation) odnosno prema nijansi, svjetlini i zasićenju boje, ali i kao CMYK kombinacija: c0 m8 y20 k0. U to vrijeme su sivu boju koristili samo SAD (NIMA - National Imagery and Mapping Agency) i Peru, i to kao raster crne, dok su svi ostali reproducirali žutu i to kao puni ton. [7]

Najvažniji faktor za određivanje vidljivosti boje je razlika u svjetlini boje. Poznato je da u tami oko više ne vidi boje nego samo nijanse sivog, što je posebno važno za čitljivost pomorskih karata. U cilju određivanja vidljivosti, autori su istražili svjetlinu boje kod različitih karata. Za to istraživanje su koristili kolor skener sa RGB filterima, koji detektira RGB komponente kao što to čini ljudsko oko, umjesto vrijednosti spektra dobivenog mjerenjem spektrometrom. [7]

Pažljivo odabrane dijelove karata koji su skenirani i spremljeni u RGB formatu, zatim su konvertirali u grayscale odnosno u nijanse sive boje. Vrijednosti mogu biti u rasponu od 0 za crnu do 255 za bijelu boju, a rezultati su se kretali od 150 do 250. U tom smislu, autori su definirali tzv. indeks zacrnjenja (darkness index) čija je vrijednost proporcionalna broju pigmentata na mjerenoj mjestu. Tako je npr. na mjestima gdje se preklapaju žuta i plava boja (plimna područja) indeks zacrnjenja veći. Međutim, različiti rezultati su dobiveni za kopno i plitko more. Kod većine zemalja boje za plitke vode su tamnije od boja za kopno, kod Japana i Novog Zelanda su slične, dok su kod američkih, britanskih (UKHO) i singapurskih karata boje kopna tamnije. [7]

Nadalje, mnoga istraživanja su provedena da bi se odredile razlike između boja pod različitim prigušenim osvjetljenjem. Pokazalo se da je vrlo važna razlika u svjetlini između primjenjene žute i plave boje za plitke vode. Autori su potom pažljivo odabrali boju za plimna područja kako bi se stopila sa bojom kopna u uvjetima smanjene rasvjete. Indeks zacrnjenja odabran tako da područja kopna imaju najveći indeks, koji se postupno smanjuje prema područjima dubokog mora gdje je najmanji odnosno da teži prema nuli. [7]

Siva boja je odabrana kako bi imala najbolju vidljivost u svim uvjetima osvjetljenja te je određena zelenkasto siva boja. Postignuta je ravnoteža te boje sa bojom za plitke vode, te je uzeta u obzir i vidljivost crne i magente, jer je zelenkasto siva komplementarna boja magenti i omogućava njenu najbolju vidljivost. [7]

Što se tiče boje za područja plitkih voda, odabran je svjetliji plavi ton (nijansa zelenkasto plave), koji je ispunio zahtjeve za razlikovanjem od zelenkasto sive. U postupak odabira su uključeni i dizajneri koji su razmatrali i umjetničku dopadljivost odabranih boja kao i trendove tog razdoblja, te je postignuta nova kombinacija visoko vidljivih boja na pomorskim kartama. [7]

## 2.2. Analiza primjene boja na pomorskim kartama

U ovom radu analiziraju se CMYK kombinacije boja u primjeni za pomorske karte službeno objavljene do svibnja 2015. godine od strane IHO-a, i to za slijedeće države članice Međunarodne hidrografske organizacije: Njemačka, Danska, Finska (objavili i Pantone boje), Nizozemska, Norveška (objavili i RGB vrijednosti), Južna Afrika i Španjolska. [8]

### 2.2.1. Crna i siva boja

Crna boja se primjenjuje isključivo u kombinaciji 0c 0m 0y 100k, kod svih hidrografskih ureda. Postoje međutim razlike u primjeni sive boje (određeni postotci crne) koja se uglavnom primjenjuje za urbana ili izgrađena područja (Danska), a kod nekih ureda npr. za plovne putove (Finska) ili za međuplimna područja (Norveška).

Tablica 1. Primjena crne / sive boje

Država	Siva - Gray	c%	m%	y%	k%
1. Njemačka	urban areas	0	0	20	15
2. Danska	town	0	12,9	22,3	2,75
3. Finska	fairway area	0	0	0	10
	leisure craft fairway	0	0	0	15
4. Nizozemska	built-up areas	0	0	0	10
5. Norveška	intertidal areas	0	0	0	25
6. South Africa	urban tint	0	6	52	10
7. Španjolska	town	0	0	0	15
8. Hrvatska	urbana ili izgrađena područja	0	0	0	20



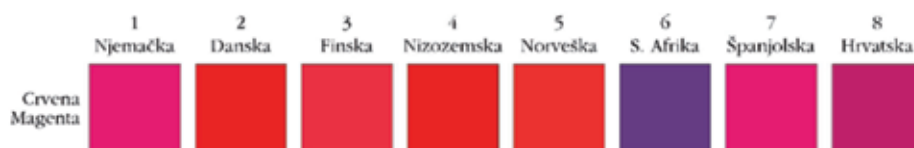
Slika 2-1. Primjena crne / sive i ostalih boja za urbana ili izgrađena područja i drugo

### 2.2.2. Magenta i crvena boja

Magenta (ljubičasto-crvena ili purpurna) boja se primjenjuje isključivo u kombinaciji 0c 100m 0y 0k, kod svih spomenutih hidrografskih ureda. Postoje tek male razlike u primjeni te boje između pojedinih država kao npr. kod Danske i Nizozemske koje primjenjuju crvenu boju (100m i 100y).

Tablica 2. Primjena magente / crvene boje

Država	Magenta	c%	m%	y%	k%
1. Njemačka	lights red	0	100	0	0
2. Danska	light red	0	100	100	0
	deep water route line	0	100	0	0
3. Finska	light (navigational) red	0	90	65	0
	traffic separation zone	7	23	0	0
4. Nizozemska	colour fill buoys	0	100	100	0
5. Norveška	compass, cables, lights, zones	0	90	86	0
6. South Africa	100%	50	80	0	0
	30%	18	27	0	27
7. Španjolska	light, symbols, etc.	0	100	0	0
8. Hrvatska	boja za skretanje pozornosti	0	100	0	5



Slika 2-2. Primjena magente / crvene boje za elemente karte koji imaju određenu važnost

### 2.2.3. Zelena boja

Zelena boja se primjenjuje isključivo za plimne zone i močvarna područja, i to u određenim kombinacijama malog udjela plave i žute. U kombinaciji 100c 0m 100y 0k, dakle kao puna boja se primjenjuje za zelena navigacijska svjetla (Green lights) u Norveškoj i Finskoj.

Tablica 3. Primjena zelene boje

Država	Zelena - Green	c%	m%	y%	k%
1. Njemačka	watt (mud), intertidal areas	12	0	25	0
2. Danska	dry at low waters	8,24	0	11,3	0,39
3. Finska	light (navigational) green	80	0	70	0
4. Nizozemska	drying heights	30	0	40	0
5. Norveška	green lights	60	0	80	0
6. South Africa	inter tidal	28	0	60	0
7. Španjolska	marsh	37	0	20	0
	particulary sensitive sea area 10%	100	0	86	3
8. Hrvatska	plimne zone i močvarna područja	30	0	30	0



Slika 2-3. Primjena zelene boje za plimne zone i nav. svjetla

### 2.2.4. Žuta boja

Žuta boja se primjenjuje isključivo za kopnena područja uglavnom u određenim rasterima čiste žute (10 do 52%), a kod nekih izdavača u kombinaciji sa udjelom magente (3 do 6%).

Osim toga primjenjuje se i za žuta navigacijska svjetla u vrlo intenzivnom tonu sa y100% i određenim većim udjelom magente (15 do 30%).

Tablica 4. Primjena žute boje

Država	Žuta - Yellow	c%	m%	y%	k%
1. Njemačka	land	0	0	20	0
2. Danska	land tint	0	0	9,8	0
3. Finska	land tint	0	6	25	0
4. Nizozemska	land colour fill	0	0	40	0
5. Norveška	land area	0	3	25	0
6. South Africa	land (buff)	0	6	52	0
7. Španjolska	land	0	6	19	0
8. Hrvatska	kopno	0	5	30	0



Slika 2-4. Primjena žute boje za kopnena područja

### 2.2.5. Plava boja

Plava boja se primjenjuje za prikaz plitkih područja različitih dubina isključivo u dvije nijanse u rasponu od 10 do 30% cijana. Osim toga u nekim slučajevima se primjenjuje kao boja za konture dubina (c100 m0 y0 k0) te rjeđe i za npr. tekstove, linije, rijeke i slično.

Tablica 5. Primjena plave boje

Država	Plava - Blue	c%	m%	y%	k%
1. Njemačka	shallow water blue	12	0	0	0
	darker shallow water blue	25	0	0	0
2. Danska	0-4	16	0	0,39	0
	4-6	7,84	0	0	0
3. Finska	shallow water tint	15	0	0	0
4. Nizozemska	depth area colour fill	10	0	0	0
	depth area colour fill	30	0	0	0
5. Norveška	shallow blue tint	10	0	0	0
6. South Africa	shallow water blue, dark blue	20	0	0	0
	shallow water blue, 2nd blue	10	0	0	0
7. Španjolska	depth range (d.r.) 1	30	0	5	0
	d.r. 2 (40% of d.r. 1 colour)	12	0	2	0
8. Hrvatska	prva plava, najplića područja	20	0	0	0
	druga plava	10	0	0	0



Slika 2-5. Primjena plave boje za morska područja

### 2.2.6. Sepija i smeđa boja

Sepija ili crvenkasto-smeđa boja se vrlo rijetko primjenjuje, osim u Hrvatskoj samo u Norveškoj, i to u dvije nijanse. Sepija je boja za izohipse, linije koja spajaju točke istih nadmorskih visina.

Tablica 6. Primjena smeđe boje

Država	Sepija - Brown	c%	m%	y%	k%
5. Norveška	built up areas	0	18	50	0
	height elevation curves	0	30	50	0
8. Hrvatska	izohipse	0	50	100	0



Slika 2-6. Primjena sepije / smeđe boje za izohipse

Kod boja u primjeni za pomorske karte koje su objavljene i analizirane može se zaključiti da se primjenjuju vrlo slične i međusobno usklađene kombinacije. Zamjetna su odstupanja u primjeni sive umjesto zelene za plimna područja kod Finske i Norveške.

U slučaju Južne Afrike, vidljiva su odstupanja što je razumljivo obzirom da su sve ostale države europske. Sličnost sa kartama iz Južne Afrike se vidi kod izdavača iz tog dijela svijeta kao npr. Australija i Singapur.

## 3. Analiza stanja na hrvatskim pomorskim kartama i prijedlog standardizacije

Na hrvatskim pomorskim kartama do konverzije u CMYK vrijednosti je došlo 1990-ih godina iz praktičnih razloga kod tiska priručnika za plovidbu u boji. Ta izdanja su se do tada izdavala kao jednobojni proizvodi, a fotografije i kartografski sadržaji su se reproducirali kao jednobojni višetonski predlošci (grayscale).

Za potrebe reprodukcije kartografskih prikaza i planova kod četverbojnog kolor tiska navigacijskih publikacija koje sadrže i fotografije, bilo je nužno konvertirati vrijednosti boja u CMYK.

Vrlo pojednostavljenim postupkom vizualne usporedbe, došlo se do početnih vrijednosti za boje i to: plava - c20 i c10, magenta - m100, žuta - y30 i crna - k100, koje su se dogovorno primjenjivale određeno vrijeme. Otežavajuća okolnost takvog odabira je bila ta što su karte tiskane na kartografskom, blago šamoa nijansiranom papiru, dok su navigacijske publikacije tiskane isključivo na bijelom (kunstdruck) papiru. Primjena toniranog papira nije bila tehnički izvediva jer bi se time bitno utjecalo na kvalitetu reprodukcije fotografija.

Nastavak rada na konverziji boja iz peterobojnog ofsetnog tiska za primjenu u CMYK sustavu je bio potaknut istraživanjem mogućnosti uvođenja ploterske ink-jet tehnologije u izradu karata.

Jedina izmjena se odnosila na žutu boju kojoj je u odnosu na raniju kombinaciju dodan mali postotak magente radi smanjivanja refleksije čiste žute na velikim površinama na karti, te je odabrana kombinacija sa dodatkom magente od 5 do 10% odnosno c0 m5-10 y30 k0.

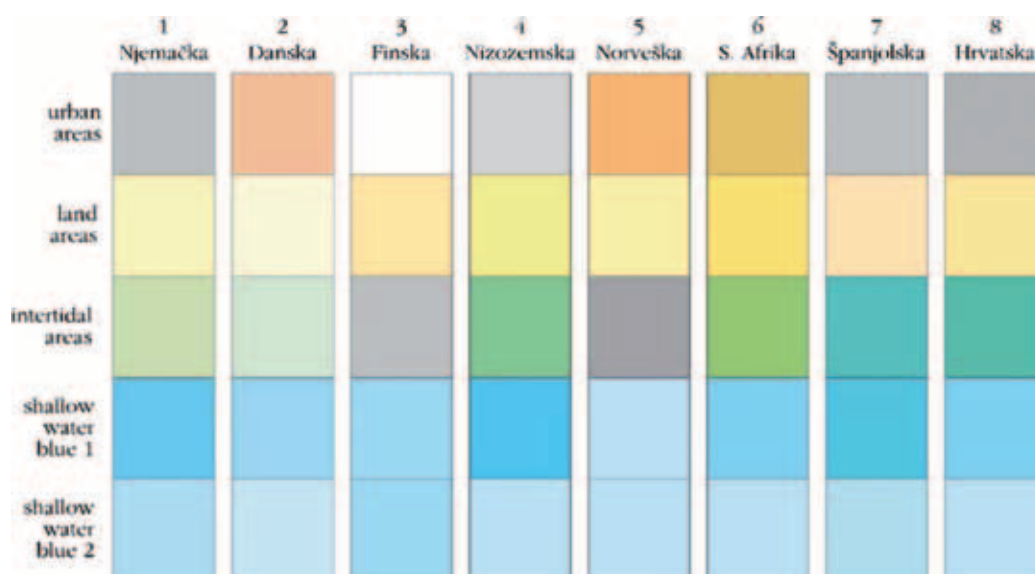
Obzirom na stanje postojeće ofsetne tehnologije, hrvatske pomorske karte se iz tehničkih razloga još uvijek tiskaju sa pet boja na jednobojnom ofsetnom stroju. Zbog financijskih razloga ali i pada naklada papirnatih izdanja, nije došlo do željenog tehnološkog napretka u smislu primjene suvremenog višebojnog ofsetnog tiska.

Kod klasične tehnike reprodukcije pomorskih karata, koja podrazumijeva peterobojni ofsetni tisak primjenom pet miješanih boja, predlaže se pomoću standardiziranih vrijednosti CMYK-a odrediti najbliže moguće boje iz sustava PMS-a (Pantone Matching System) koji je u grafičkoj tehnologiji prihvaćen kao jedan od standardnih. To bi doprinijelo ujednačavanju reprodukcije boja u ofsetnom tisku, ali i ujednačavanju rezultata neovisno o primjenjenoj tehnologiji.

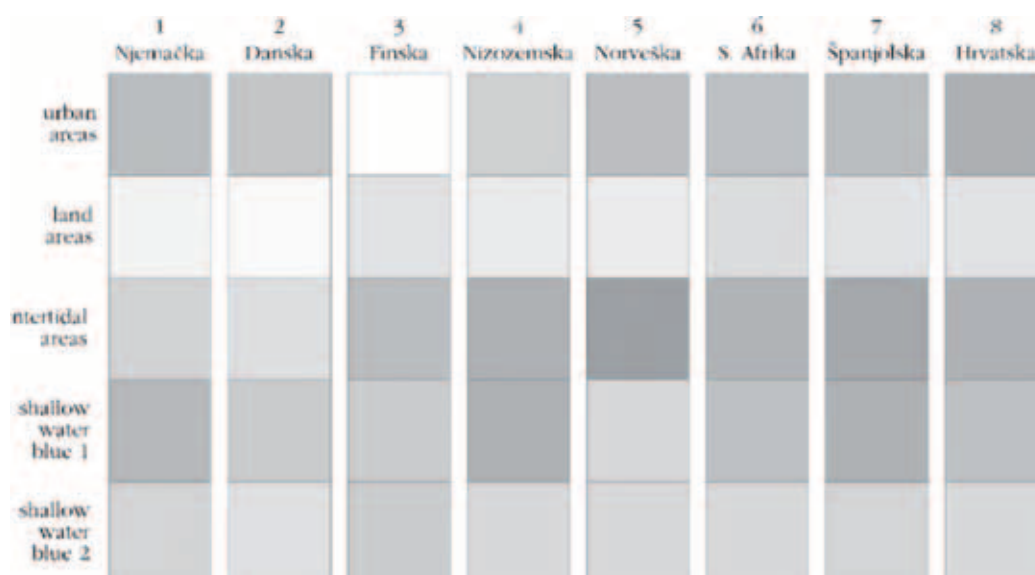
U međuvremenu su se vodeće svjetske hidrografske organizacije kao npr. UKHO, odlučile za postupni prijelaz sa ofsetne tehnologije na plotersku. Razlog nisu samo spomenute manje naklade već prvenstveno izdavačke specifičnosti pomorskih karata. Naime, potreba za redovnim održavanjem takvih izdanja ograničava stvaranje zaliha tiskanjem većih naklada, radi promjena u stvarnosti koje za posljedicu imaju obavezu redovnog ažuriranja odnosno održavanja karte točnom.

Dakle, provedena konverzija boja u CMYK sustav u slučaju hrvatskih pomorskih karata je sukladna težnji IHO-a standardizaciji primjene boja na pomorskih kartama. Prednost je i to što se vrijednosti CMYK kolor sustava mogu primjenjivati neovisno o grafičkoj tehnologiji.

Prema slici 3-1 vidljivo je da su boje na hrvatskim pomorskim kartama vrlo ujednačene sa analiziranim pomorskim kartama u ovom radu, odnosno da su unutar okvira postavljenih od strane IHO u cilju standardizacije. Slika 3-2 prikazuje razliku u vidljivosti boja na karti za prigušenog svjetla.

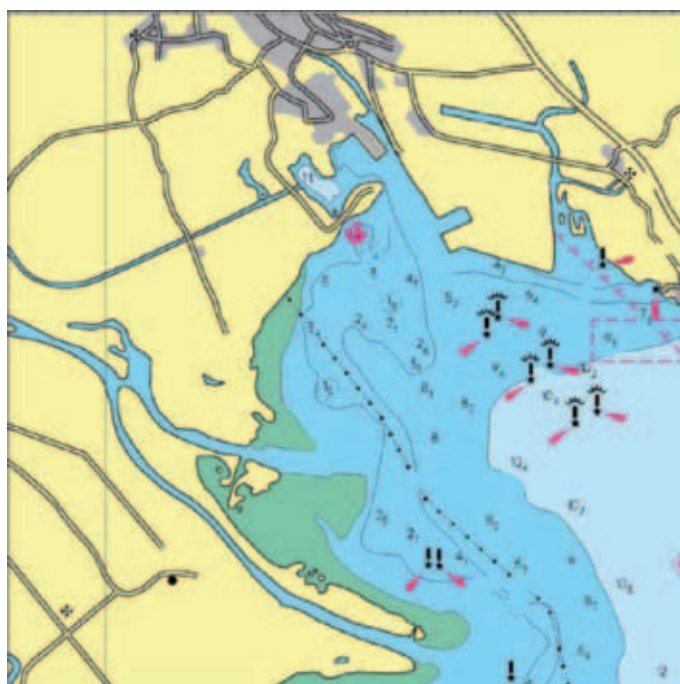


Slika 3-1. Primjena boja na pomorskim kartama pojedinih država u CMYK-u

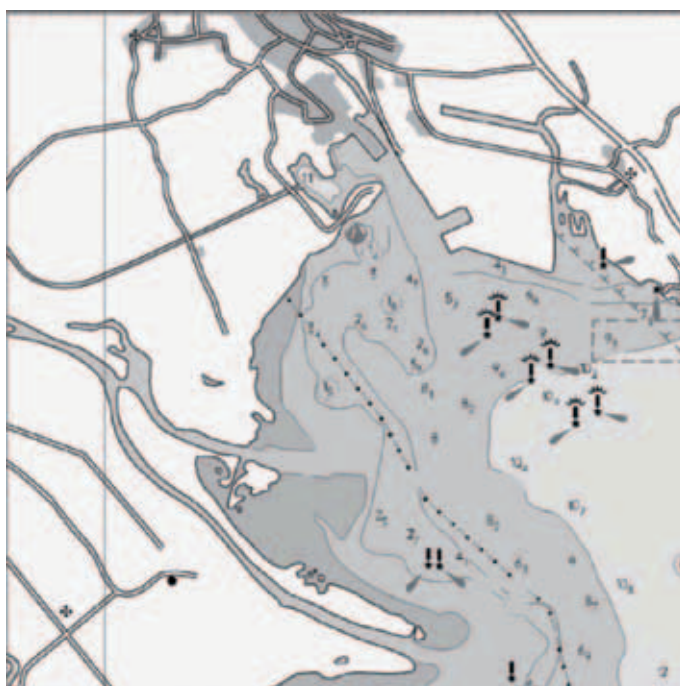


Slika 3-2. Primjena boja na pomorskim kartama pojedinih država za prigušenog svjetla

Slike 4-1 i 4-2 prikazuju karakteristični segment karte odnosno razliku u vidljivosti boja na karti za dnevnog i prigušenog svjetla, a slika 4-3. paletu boja na hrvatskim pomorskim kartama za dnevnog i prigušenog svjetla.



Slika 4-1. Vidljivost boja na segmentu hrvatske pomorske karte za dnevno svjetlo



Slika 4-2. Vidljivost boja na segmentu hrvatske pomorske karte za prigušeno svjetlo



Slika 4-3. Vidljivost boja na hrvatskim pomorskim kartama za dnevno i prigušeno svjetla

## 4. Zaključak

Prema provedenim studijama o primjeni boja na pomorskim kartama od strane IHO-a i nekih država članica, uočena je potreba za standardizacijom u cilju izbjegavanja zabuna i/ili grešaka zbog primjene različitih kombinacija boja.

Budući ne postoji izričita obaveza da pomorske karte svih država članica izgledaju isto, provedena je usporedba boja na pomorskim kartama različitih izdavača, te su uočene određene razlike.

U cilju nastojanja IHO-a prema standardizaciji, a radi sustavnog pristupa ovom problemu odnosno prijedlogu njegova rješenja, izdane su preporuke o primjeni boja na međunarodnoj razini.

Provedena standardizacija primjene boja na analiziranim pomorskim kartama je u skladu sa međunarodnim preporukama i trendovima, dok se ponegdje zadržavaju elementi nacionalne tradicije i prepoznatljivosti.

U slučaju hrvatskih pomorskih karata, konverzija primjenjenih boja iz ranijeg peterobojnog tiska u četverbojni CMYK sustav procesnih boja, je sukladna težnji IHO-a prema standardizaciji.

Kako se pomorske karte danas proizvode primjenom različitih grafičkih tehnologija klasičnog i digitalnog tiska, prednost provedene konverzije je i u tome što se vrijednosti CMYK sustava mogu primjenjivati neovisno o grafičkoj tehnologiji.

## 5. Literatura

- [1] Jeličić T.; Pomorske karte i navigacijske publikacije, "Blaž Baromić" 8. znanstveno-stručni simpozij hrvatskih grafičara, Zbornik radova, ed. Bolanča Z.; Mikota M; pp; 23-28; ISBN 953-96020-2-5, Senj, 2004.
- [2] Regulations of the IHO for international (INT) charts and chart specifications of the IHO, section B-140 - B-147, IHO, Monaco
- [3] Chart Standardization & Paper Chart Working Group - CSPCWG, Technical Resolutions, IHO, Monaco
- [4] Jeličić T.; Ergonomski aspekt upotrebe boja na pomorskim kartama, IMSC 2011., Zbornik sažetaka 3. međunarodne konferencije o pomorskoj znanosti, ur. Mulić, R., Gržetić, Z., Jelić-Mrčela, G., Split, Hrvatski hidrografski institut, 2011.
- [5] Newson D.W.; Nautical chart standarization, International Hydrographic Review, Monaco, LXI (2), 1984.
- [6] Lawson S.; Colour: Its Significance for the Navigation Chart, IHO, 1983.
- [7] Shibayama N.; Yamaya K.; Tani S.; Namba N.; Chromatic Consideration on the Colour of Nautical Charts, International Hydrographic Review, Monaco, Vol. 2, No. 2 (New Series), 2001.
- [8] Colour codes used by IHO Member States, [www.iho.int](http://www.iho.int):  
Colour value combinations used by Hydrographic Offices for printed charts, 2015.

Korespondencija:

mr.sc. Tonći Jeličić

adresa: Hrvatski hidrografski institut, Žrinsko-Frankopanska 161, 21000 Split, Hrvatska

e-mail: [tonci.jelicic@hhi.hr](mailto:tonci.jelicic@hhi.hr)

## THE NON-UNIFORMITY OF PRINTS ANALYSED ON PAPER SUBSTRATE WITH BARLEY FIBRES

Irena Bates, Ivana Plazonić, Željka Barbarić-Mikočević, Vesna Džimbeg-Malčić

University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, Getaldićeva 2, Zagreb, Croatia

### Abstract

Non-uniformity of prints by ISO 13660 is defined in small-scale as graininess and large-scale as mottling. With these two parameters unevenness of ink on the printing substrate could be described. Non-uniformity of prints is most important factor regarding visual impression of printed graphic products. Usually is resulted from the surface characteristics of the substrate, the setting of the printing machines and the characteristics of the printing ink. In this study, the focus was put on the adhesion between the paper with variable content of barley fibres and two different type of printing inks (coldset offset ink and UV inkjet ink). Based on conducted analysis it could be concluded that more uniform reproduction of solid tone could be achieved by conventional printing then by digitally printing technique.

Keywords: barley fibres, coldest offset printing, inkjet printing, graininess, mottling

## ANALIZA NERAVNOMJERNE POKRIVENOSTI OTISKA NA PAPIRNATIM PODLOGAMA S VLAKANCIMA JEČMA

### Sažetak

Neravnomjerna pokrivenost otiska prema standardu ISO 13660 promatra se na dvije razine: u mikro razini kao zrnatost i u makro razini kao nejednoličnost punog tona. Ovim parametrima se može opisati neujednačenost nanosa boje na tiskovnoj podlozi. Neravnomjerna pokrivenost otiska je jedan od važnijih faktor u pogledu vizualnog dojma tiskanih grafičkih proizvoda. Ovaj fenomen uglavnom se javlja kao rezultat karakteristika površine tiskovne podloge, tiskarskog stroja te boje. U ovom istraživanju, fokus je stavljen na adheziju između papira s promjenjivim sadržajem vlakancima ječma i dvije različite vrste tiskarskih boja (novinska i UV inkjet boja). Temeljem izvedenih analiza moguće je zaključiti kako se tiskanjem s konvencionalnom tehnikom tiska postiže ravnomjernija reprodukcija punih tonova u odnosu na digitalno tiskanje.

Ključne riječi: vlakanca ječma, novinski tisak, inkjet tisak, zrnatost, nejednoličnost punog tona

### 1. Introduction

Print quality of graphic products is a complex term that implies desired colour reproduction and satisfactory reproduction of image elements [1]. One of the basic area attributes for controlling the deterioration of print quality is non-uniformity of prints. Usually it occurs in the manner of systematically structured patterns, which the human eye perceived easily. Therefore characterization and evaluation of print non-uniformity is a crucial step in the assessment of the quality of prints [2,3].

Commonly used objective measurement methods for analysing unevenness of prints is defined by standard ISO 13660:2001 [4]. Uneven ink layer applied on different substrates, by mentioned standard, is monitored in small-scale (micro) as graininess and large-scale (macro) non-uniformity as mottling. Usually is resulted from the surface characteristics of the substrate, the setting of the printing machines and the characteristics of the printing ink.

The aim of this research is to analyse non-uniformity of coldset offset and UV inkjet ink layer applied on paper substrates with variable content of barley fibres. Coldset lithographic printing is the most widely used technique for newspaper printing where ink is transferred from printing plate to the rubber blanket cylinder which transfers ink onto paper [5,6]. In digital, unlike the conventional printing (offset, flexography, gravure, screen printing, letterpress) a finite amount of liquid (ink or dye) from print-heads is

placed directly onto a printing substrate. Therefore image carrier, like printing plate, is no needed in this process [7]. In comparison with traditionally used printing processes this relatively new type of printing process requires minimum production space, can be mounted on the production line and can be used on many different substrates. For achieving optimal quality reproduction it is necessary to find out paper characteristics and possibilities of printing techniques.

## 2. Materijali i metode

This research included three steps: 1. Forming laboratory papers with variable content of barley fibres as a printing substrate; 2. Printing of prepared substrates by two types of printing technique in full-tone black; 3. Analysing of quality reproduction by observing the non-uniformity of printed area.

### 2.1. Forming laboratory paper substrates with variable content of barley fibres

The printing substrates (42.5 g/m<sup>2</sup>, 20 cm diameter) with variable content of barley pulp were laboratory produced by Rapid Köthen Sheet Machine. For that purpose straw of barley grown in the continental Croatia was cut manually into 1 to 3 cm long pieces and converted to a semi chemical pulp according to the Soda method (Figure 1).

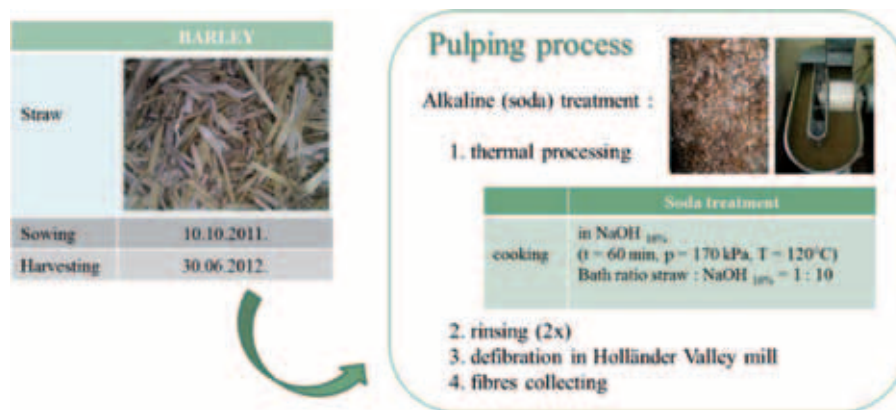


Figure 1 Obtaining the barley pulp for laboratory papers production

Obtained unbleached barley pulp was mixed with recycled newsprint, Commercial UPM News C paper, in different weight ratios for forming laboratory papers (Figure 2).

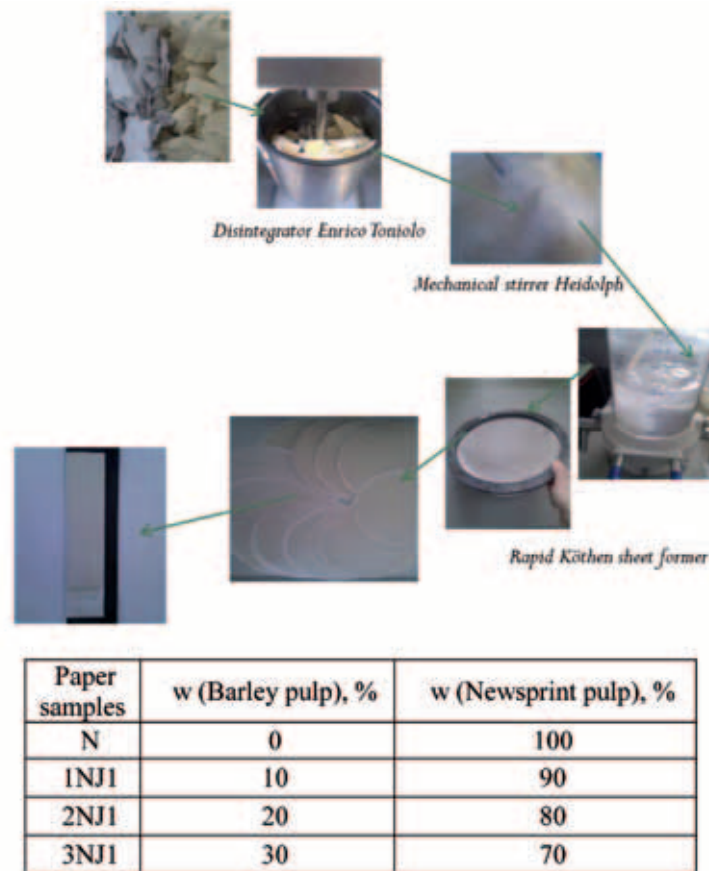


Figure 2 Schematic view of forming laboratory paper substrates and their marks

Laboratory paper substrates formed of newsprint pulp were used as control samples (marked as N).

### 2.2. Printing paper substrates

All laboratory made papers were printed on the felt side by two types of printing technique in full-tone black. In the simulation of coldset offset printings by Prufbau Printability Testing Machine a carbon black ink was used. The ink dosage of 2.00 cm<sup>3</sup> was distributed evenly over the printing cylinder and the ink was transferred to the laboratory paper samples with a width of 40 mm, an applied load of 150 N cm<sup>-3</sup> and a speed of 1 m s<sup>-1</sup> [8]. Digital prints were made by AGFA, Anapurna M1600, UV-curable piezo inkjet printer. Thickness of ink layer in UV piezo inkjet technique is in range from 5 to 15 μm, which depends on the printing substrate, while the dynamic viscosity of these inks is from 1 to 30 mPa s. In piezo inkjet technique if drop frequency is defined between 10 and 20 kHz with drop volume of 14 pl, the drop diameter is approximately 30 μm [5]. The printer used in this research has the print-heads of 1024 nozzles with a droplet volume of 12 pl for colours with viscosity from 10 to 15 mPa s, which produce high quality solids and tonal rendering at up to 720 x 1440 dpi. The smallest element of a print generated by an ink jet printer is a dot [9].

### 2.3. Analysing of quality reproduction

The analysis of quality reproduction on printed substrates was based on observing non-uniformity of printed area. The evaluation of prints non-uniformity was performed by digital microscope PIAS-II using software which is built on international print quality standards ISO-13660. ISO-13660 is the international standard that provides quantitative assessment of wide range of print quality parameters.

According to the Standard, prints non-uniformity defines in small-scale (>42μm and <1270μm) non-

uniformity as graininess and large-scale (>1270µm) non-uniformity as mottling. The printed area which is examined is divided into 100 uniform tiles (1.27×1.27mm). Within each tile, 900 measurements of reflectance are made in small non-overlapping square areas (42.3×42.3µm). In each tile the mean (mi) and standard deviation (oi) of the 900 reflectance measurements are calculated.

Graininess is defined by the following equation:

$$Graininess = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2}{n}} \tag{1}$$

where oi is the standard deviation within cell i; n is the total number of cells.

Mottling is defined as the standard deviation of the mean reflectance values of the tiles, i.e. how much variation in density are from one tile to the next tile.

$$Mottling = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( m_i - \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_i \right) \right)^2} \tag{2}$$

where mi is the mean value of the reflection coefficient; n is the total number of tiles [4].

Namely the greater the variation of coefficient value, the more obvious the unevenness.

## 2. Results and Discussion

The graphs shown below present non-uniformity values of prints achieved on uncoated laboratory papers with variable content of barley fibres by two different types of printing.

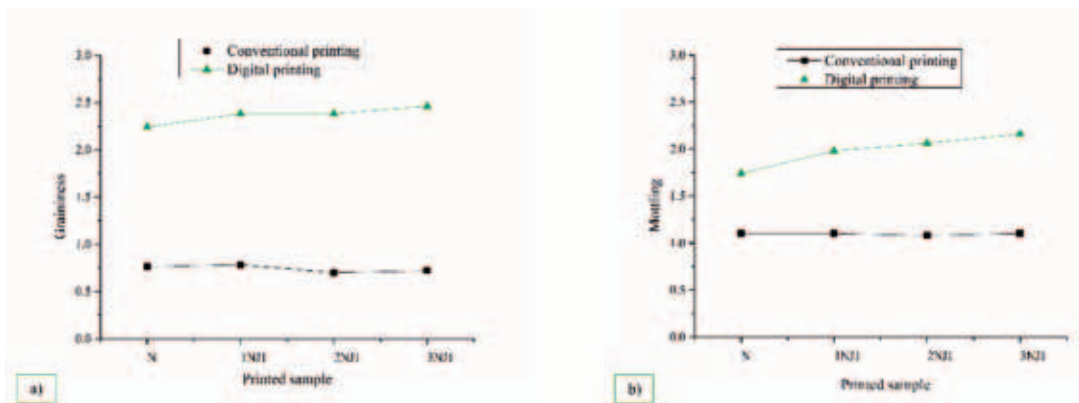


Figure 3. a) the graininess and b) the mottling values of printed substrate obtained by conventional and digital printing

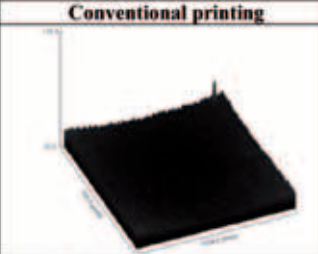
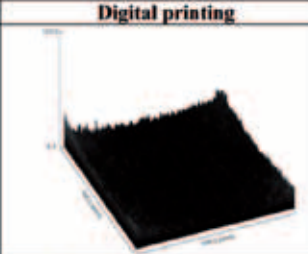
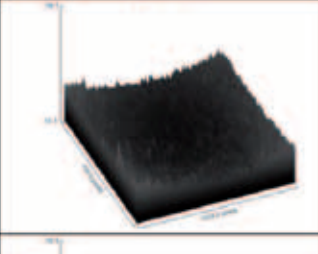
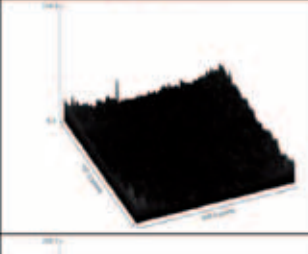
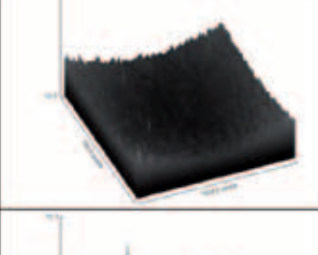
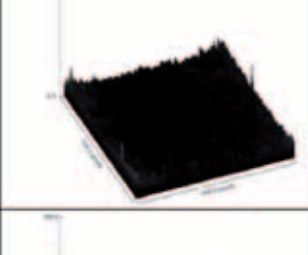

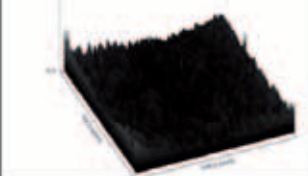
The results of graininess and mottling values presented in Figure 3 have proven that different printing techniques provide significantly different quality of prints on the same printed substrates. It can be noticed that values of graininess (Fig. 3a) and values of mottling (Fig.3b) are considerably lower for all printed samples achieved by conventional printing technique. Gained results are in correlation with other studies where systematic noise i.e. non-uniformity area is more common in prints made by digital than

by conventional printing technique [10]. This occurs in digital technique because of way that printer makes a print. Namely, inkjet printers print a dot at a given area of paper substrate creating a pattern of black dots which have a non-uniform appearance [11].

Comparing a composition of paper substrates used for making prints (control and those which contain barley pulp), it is clearly visible that values of graininess are similar or equal for all prints made by conventional printing (0.70 - 0.78). The mottling values have the same trend (1.08 - 1.10). In prints made by digital printing both non-uniformity attribute values are increasing by increasing the content of barley pulp in printing substrates (graininess = 2.24 - 2.46; mottling = 1.74 -2.16). Obtained higher graininess on digital prints causes a resolution and contrast reduction of print. The graininess values less than 0.8 units shown no visual by naked eye but under magnification can be extremely variable spreading of ink on paper [12].

In order to more visually indicate the non-uniformity of the printed substrates, in Table 1, are compared 3D surface plots diagrams of all printed areas applied by conventional printing and digital printing on paper substrates. Substrates with different topography reflect light in various manner which change the print quality [1]. It can be noticed that prints made by conventional printing possesses the most uniform solid-tone ink surface, which is in correlation with low values of print graininess and mottling (Figure 3a and 3b). A lower quality reproduction have prints made by digital printing, which possess grainy surface structure.

**Table 1** 3D surface plots diagrams of all printed areas applied by conventional printing and digitally printing on paper substrates

Printed samples	Conventional printing	Digital printing
N		
1NJI		
2NJI		
3NJI		

It is well known that commercial papers gained by the industrial production have better optical, physical and mechanical properties compared to laboratory made papers. Accordingly, the printability of commercial paper and achieved quality reproduction will be improve. However, the results gained in this research on laboratory papers are the first indication how barley fibres have a potential to be used in newsprints printed by coldset offset technique.

### 3. Zaključak

The aim of the research was to point out the influence of substrates with variable content of barley fibres on print quality in conventional and digital printing technology.

Taking into account all obtained results, the following could be concluded:

- digital printing provides higher non-uniformity on printed area, than conventional printing process
- barley fibres have a potential to be used in printing substrates for coldset offset printing as share of those virgin fibres have no significant influence on mottling and graininess values

### 4. Literature

- [1] Novaković D.; Stančić M.; Karlović I.; Kašiković N.; Vukmirović V.; Milošević R.; Influence of surface roughness on print quality on digitally printed self adhesive foils; *Journal of Print Media Technology Research*, Vol.2., No.2, ISSN: 2223-8905; pp: 67-76; 2013.
- [2] Anayath, R.; Baral A. K.; Critical Analysis of Mottling and its Impact on Various Grades of Paper Substrates Printed under Conventional Sheet Fed Offset, Dry Toner & Liquid Toner Based Digital Print Engines; *Acta Graphica*, Vol.27., No 1 ISSN: 0353-4707; pp: 7-14; 2016.
- [3] Dubé M.; Mairesse F.; Boisvert J. P.; Voisin Y.; Wavelet analysis of print mottle; *IEEE Transactions on Image Processing*; 2005. <http://www.uqtr.ca/~dubma/double.pdf> , 21.01.2017.
- [4] ISO 13660, 2001 – ISO/IEC 13660 Information Technology - Office Equipment – Measurement of image quality attributes - Binary Monochrome text and graphic Images
- [5] Kipphan H.; *Handbook of Print Media*; Springer, ISBN 978-3-540-67326-2; p.221-223; Berlin, 2001.
- [6] Lundströma J.; Verikasa A.; Tullander E.; Larsson B.; Assessing, exploring, and monitoring quality of offset colour prints; *Measurement*, Vol.46., Issue 4; ISSN: 0263-2241; pp: 1427-1441; 2013,.
- [7] Lundberg A.; Örtengren J.; Alftan E.; On the Effect of Variations in Paper Composition on Inkjet Print Quality; *Proceedings of 25th International Non Impact Printing Conference*, pp: 316-319, ISBN 978-1-62276-618-5; Kentucky, Louisville, 2009.
- [8] Plazonić I.; Barbarić-Mikočević Ž; Džimbeg-Malčić V.; Bates I.; The rub resistance of printed papers with variable content of wheat pulp; *Proceedings of Natural resources, green technology and sustainable development/2*, pp: 76-79., ISBN 978-953-6893-04-1; Zagreb, 2016.
- [9] Plazonić I.; Bates I.; Barbarić-Mikočević Ž; The Effect of Straw Fibers in Printing Papers on Dot Reproduction Attributes, as Realized by UV Inkjet Technology; *BioResources*, Vol. 11., No. 2; ISSN 1930-2126; pp: 5033-5049; 2016.
- [10] Christoffersson J.; *Evaluation of Systematic & Colour Print Mottle / Master thesis*. Norrköping, Sweden: Linköpings University, 2014, 30 p.
- [11] Briggs J.C.; *Application Note: Graininess Measurements on Halftones*, Quality Engineering Associates, Inc.; 2002. [www.qea.com/wp-content/uploads/2015/04/AppNote-QEA-Graininess2.pdf](http://www.qea.com/wp-content/uploads/2015/04/AppNote-QEA-Graininess2.pdf), 19.01.2017.
- [12] Dhopade A.; *Image Quality Assessment According to ISO 13660 and ISO 19751*, 2009. [http://cias.rit.edu/~gravure/tt/pdf/pc/TT9\\_image\\_quality\\_assessment.pdf](http://cias.rit.edu/~gravure/tt/pdf/pc/TT9_image_quality_assessment.pdf), 27.02.2011.

Corresponding person:

Asst. prof. Irena Bates

E-mail: irena.bates@grf.hr

Getaldićeva 2, 10 000 Zagreb

# PRIMJENA ARCS-V MODELA MOTIVACIJE U PLANIRANJU I OBLIKOVANJU EDUKATIVNE RAČUNALNE VIDEO-IGRE

Ivan Blesić, Uroš Nedeljković

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

## Sadržaj

ARCS-V model motivacije predstavlja sintezu voljno-motivacijskih koncepata i teorija te služi kao osnova za prigodni motivacijski dizajn-proces. Rad započinje predstavljanjem modela i objašnjenjem njegove implementacije s ciljem postizanja predvidivog porasta motivacijskog apela instrukcija ciljanoj publici. U nastavku je izvršena analiza postojećeg sadržaja instrukcije edukativne kampanje, izdvojene su njezine motivacijske deficijencije te je, kao motivacijsko rješenje, razvijena edukativna računalna video-igra. Raspravlja se o vrstama aktivnosti u video-igrama i o pogodnosti istih za prenošenje sadržaja instrukcije.

Ključne riječi: ARCS-V model motivacije, edukativna kampanja, edukativna video-igra

## APPLYING THE ARCS-V MODEL TO PLANNING AND DESIGNING AN EDUCATIONAL COMPUTER VIDEO GAME

### Abstract

The ARCS-V model of motivation represents the synthesis of volitional and motivational concepts and theories, and serves as a basis for the appropriate motivational design process. This paper starts by introducing the model and the manner of its implementation, with the goal of gaining a predictable increase in the motivational appeal of the instructions to the targeted audience. The paper further analyzes the existing instructional materials of an educational campaign, isolates its motivational deficiencies, and presents an educational video game as the motivational solution. Various kinds of activities in video games are being discussed, as well as how suitable they are for conveying the contents of the instruction.

### 1. UVOD

Osamdesetih godina prošloga stoljeća postojalo je mnoštvo hipoteza i koncepata vezanih uz motivacije i instrukcijski dizajn u kojima su se mnogi elementi preklapali ili su se pak međusobno negirali. Uslijed toga, John M. Keller, u suradnji s nekoliko svojih studenata, napravio je presjek literature i motivacijskih koncepata. Kao rezultat svoga proučavanja iznio je sintezu četiriju kategorija motivacijskih varijabli koje je naslovio kao Interes, Značaj, Očekivanja i Ishod. Tijekom vremena taj je teoretski model postao fokusiran na primjenu i u skladu je s time retrospektivno uslijedila izmjena imena kategorija na Pažnju, Značaj, Samopouzdanje i Zadovoljstvo. Imena kategorija na engleskom jeziku (eng. Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) formiraju akronim ARCS.

Međutim, praktična primjena tradicionalnog ARCS modela pokazala je da nije sposobna primjereno obrazložiti razlike u upornosti učenika. Zbog artikulacije razlika između takvih učenika Keller je dodao petu kategoriju koju je nazvao Voljom (eng. Volition). Usporedio ju je sa samoregulacijom i za nju je razvio varijable i strategije koje se tiču upornosti [1].

ARCS-V model u svojoj osnovi nije zamišljen kao bihevioralni model promjene ili izmjene individue. Umjesto toga, ARCS-V model motivacije pomaže instruktoru prepoznati komponentu instrukcije koja ili umanjuje ili uvećava motivaciju primatelja sadržaja instrukcija te mu pruža motivacijske strategije koje može koristiti s ciljem prilagodbe instrukcije potrebama i interesa primatelja sadržaja te instrukcije.

#### 1.1. Sastavnice ARCS-V modela

Prva sastavnica ARCS modela predstavlja osnovni element motivacije i ujedno je preduvjet za postupak

učenja. Praktično, ona se bavi skretanjem i zadržavanjem pažnje promatrača jer je zaokupljena angažiranjem znatiželje promatrača. Raspitivanje o opaženom u naravi je svakog primatelja sadržaja instrukcije čijim posredovanjem on vizualizira kako su neke teme povezane [2]. Plastični primjeri toga jesu dramatična izjava, iznenadni zvuk ili pak nagla pauza.

Međutim, zadobivenu pažnju treba i održati radi formiranja zadovoljavajuće razine pažnje kroz razdoblje učenja ili odlučivanja. Pritom, pod zadovoljavajućom razinom smatra se ravnoteža između dosade i indiferentnosti nasuprot osjećaju hiperaktivnosti i anksioznosti [3]. Zanimljivo je primijetiti da slično gledište vrijedi i za komponentu Samopouzdanje.

Značaj se ogleda u povezanosti predstavljenog sadržaja sa sadržajem koji sudionik želi sâm potražiti. Pruživši individui početne uvjete i zahtijevano početno znanje o danoj kampanji ili tečaju, može se naglasiti koliko je potraga za daljnjim informacijama bitna [2]. Značaj kao kategorija može nastati i iz načina na koji je nešto predstavljeno, a ne samo iz sadržaja [3].

Razlike između sudionika po pitanju samopouzdanja, treće komponente ARCS modela, utječu na njihovu upornost u obavljanju akcije i njezinog završetka. Stoga se samopouzdanje postiže kada sudionik aktivno poveže dijelove raznih sadržaja i uvidi napredak vlastitog razumijevanja gradiva [2]. Samouvjerene individue teže pripisati uspjeh svojim sposobnostima, a ne sreći ili težini zadatka. Nasuprot tomu, individue koje nemaju veliko samopouzdanje često iskazuju ponašanje koje se očituje kao demonstracija svoga ega; oni žele impresionirati druge i brinu (naglašeno strahuju) za nepovoljan ishod [3].

Strategije koje se pojavljuju u toj kategoriji imaju za cilj postepeno povećanje samopouzdanja sudionika na način da se stvara dojam kako je određenu razinu uspjeha moguće postići ukoliko je neki napor uloženi. Ključna stvar jest obratiti pažnju da je uspjeh moguće i stvarno postići. Komponenta se Samopouzdanje također bavi i redukcijom anksioznosti, prvenstveno strategijom pružanja korektivne povratne informacije.

Komponenta Zadovoljstvo podrazumijeva istraživanje i praksu koja pomaže ljudima da se osjećaju ponosnima na vlastita postignuća. Smatra se da će promatrač biti više motiviran ukoliko se zadatak i nagrada definiraju unaprijed i ako mu se sistematično plasira ideja da je on kadar, na planirani način, svojim trudom i radom nagradu i dobiti [3].

U praktičnom se dizajn-procesu uvodi razmatranje snage volje individue gdje se pod „snagom volje” podrazumijeva stupanj posvećenosti koju individua iskazuje prema postizanju preduvjeta i zahtjeva instrukcijskog okruženja te hoće li individua uopće izdržati do kraja tečaja. Ukoliko je volja slaba, utoliko će individui lutati pažnja i neće biti kadra razviti dobar plan učenja. Nasuprot tomu, a opet slično, ako je pak volja prejak, individua može imati poteškoća u procjeni kada i gdje treba prestati sa svojim naporima što vodi nepotrebnom obnavljanju gradiva u anksioznom ponašanju umjesto da se usmjerava na način koji povećava retenciju informacija [1].

## 1.2. Koraci u ARCS motivacijskom dizajn-procesu

Han i suradnici navode deset koraka u implementaciji ARCS motivacijskog dizajn-procesa, a Keler u razmatranje nekih od njih naknadno dodaje i komponentu Volje [1]. Prva dva koraka podrazumijevaju skupljanje informacija o tečaju i o ciljanoj publici te formiraju osnovu za analiziranje njihovih propusta i uzroka koji se čine u četvrtom i petom koraku. Šesti je korak generativan, a u njemu se iznose prijedlozi brojnih strategija unutar svake motivacijske kategorije. Sedmi je pak korak kritičan i analitičan te predstavlja odabir strategija koje najbolje pogoduju dostupnom vremenu, resursima i scenariju primjene. Tri sljedeća koraka uključuju integraciju motivacijskih strategija i instrukcija, razvoj instrukcijskog materijala te evaluaciju s mogućnošću revizije. Deseti korak dolazi nakon fizičke produkcije instrukcijskog materijala i njegove primjene, a predstavlja kvantifikaciju efektivnosti materijala [4].

## 2. VIDEO IGRE

Igra se može definirati kao sustav u kojemu se igrači upuštaju u apstraktni izazov koji je određen pravilima, interaktivnošću i povratnim informacijama koje pak rezultiraju kvantifikacijskim ishodima

često u obliku emotivnog odaziva [5]. Sličnu definiciju igre dao je i Juul. Prema njemu, igra je sustav zasnovan na pravilima s varijabilnim i kvantifikacijskim ishodima kojima se pridodaju različite vrijednosti. Naime, igrač se trudi kako bi utjecao na ishod. Osim toga, osjeća se emotivno povezanim s ishodom [6].

Jane McGonigal tvrdi kako igre, oslobođene razlika u žanru i tehnološkim kompleksnostima, međusobno dijele četiri odrednice: cilj, pravila, sustav povratnih informacija i dobrovoljno sudjelovanje [7].

### **2.1. Tipovi aktivnosti u video-igrama**

Aktivnosti koje se odigravaju unutar video-igara mogu također pomoći u definiranju vrsta igara za potrebe njihovog osmišljavanja ili razvijanja. Prilikom razvoja edukativne video-igre te aktivnosti mogu voditi do specifičnih vrsta učenja, naročito ukoliko su povezane s nekom taksonomijom (npr. Bloomovom taksonomijom). Međutim, kao i u slučajevima žanrova video-igara, ni kombinacije aktivnosti nisu rijetkost niti su aktivnosti isključive. U nastavku su nabrojane aktivnosti koje se najčešće javljaju u video-igrama:

- slaganje
- skupljanje / zarobljavanje
- upravljanje resursima
- taktiziranje
- izgradnja
- rješavanje slagalica/zagonetki
- istraživanje
- pomaganje
- igranje uloga

### **2.2. Bloomova taksonomija**

U usporedbi s gejmfikacijom i simulacijama najviše se parametara ipak razmatra prilikom odabira video-igara kao sredstva prenošenja sadržaja instrukcije. Riječ je o tome da se aktivnosti unutar video-igre usklađuju s instrukcijskom taksonomijom kako bi se osigurao uspjeh edukativnih ciljeva. U tu svrhu najčešće se koristi već spomenuta Bloomova taksonomija. Prema toj taksonomiji tipovi se učenja mogu svrstati u sljedeće domene:

- kognitivna domena – obuhvaća razmišljanje, a najjasnija je u edukativnom okruženju
- afektivna domena – jest emotivna domena budući da se koristi u edukaciji svaki puta kada se želi utjecati na stavove individue
- psihomotorna domena – ta je domena svojevrsni presjek fizičkih vještina i kognitivnog znanja

Kategorije afektivne domene Bloomove taksonomije mogu se povezati s aktivnostima u igri [5]. Tablica 1. prikazuje afektivnu domenu Bloomove taksonomije, kategorije te domene, definicije kategorija i pripadajuće aktivnosti u igrama:

(Tabela 1. Veza Bloomove taksonomije afektivne domene s aktivnostima u igrama)

Kategorije afektivne domene	Definicija	Aktivnosti u igri
internaliziranje vrijednosti	integracija u bihevioralni obrazac individue	taktiziranje, pomaganje
organiziranje	određivanje je li nova vrijednost prioriteta i bitna	igranje uloga, pomaganje
vrednovanje	volja za izražavanjem pozitivnog stava prema vrijednostima	igranje uloga, pomaganje
odazivanje	volja za sudjelovanjem na osnovnoj razini; ne mora biti trajno	slaganje, skupljanje, pomaganje
primanje	volja za primjećivanjem ponašanja i vrijednosti; pasivno ponašanje	istraživanje, pomaganje

### 2.3. Edukativne video-igre

Edukatori su davno otkrili kako interaktivna dinamika igara ima potencijala za upotrebu u uvjetima učenja i podučavanja. Prethodna desetljeća pokazala su porast interesa akademskih krugova za upotrebu mehanike igara u obrazovanju. Ovo je izvedivo u nekoliko oblika; od dodavanja elemenata igara u tečaj do strukturiranja cjelokupnog tečaja kao igre.

Imajući to na umu, postoje tri značajna pristupa u integraciji igara u proces učenja: razvijati edukativne igre s učenicima „od nule“, samostalno razviti edukativnu računalnu igru za potrebe učenika, i, konačno, integracija komercijalno dostupnih edukativnih igara. U prvome pristupu studenti aktivno rade na igri i svojim radom na razvoju igre uče sadržaj gradiva tečaja. Dok je ovo nekada podrazumijevalo predznanje ili učenje programskih jezika, sada to više nije slučaj (vidjeti CodeWise projekt ili okruženje Scratch). Drugi pristup dosta opterećuje autora video-igre (tj. učitelja) i zahtijeva interdisciplinarno znanje te širok snop vještina. Ipak, smatra se i najperspektivnijim iz razloga što se njime potencijalno može obratiti pitanjima edukativne i zabavne vrijednosti i to unutar domena u kojima je instruktor najjači. Treći pristup podrazumijeva implementaciju postojećih video-igara koje nisu nužno osmišljene za učenje. Da bi se to postiglo, potrebno je njihovo eventualno prilagođavanje upotrebi u instrukcijskom okruženju. Dok je taj pristup najbolji po pitanju odnosa uloženi resursa s lakoćom i brzinom implementacije, komercijalno dostupne igre nisu nužno namijenjene podučavanju što znači da će teme igara vjerojatno biti ograničene, a sadržaj netočan (neprecizan) ili nepotpun.

## 3. ZNAČAJ ARCS-V MODELA U OBLIKOVANJU VIDEO-IGRE ZA EDUKATIVNU KAMPANJU

Oblikovanje jedne edukativne kampanje može se promatrati i kao motivacijski problem. Umjesto da se pristup oblikovanju sadržaja kampanje zasniva na upotrebi vizuala i poruka koje ciljna publika nalazi privlačnim, dopadljivim i lijepim, bolje je pristupiti pokušaju usmjeravanja vizualne retorike prema promjeni motivacijske dispozicije promatrača (prema instrukciji).

Cilj oblikovanja zadane edukativne kampanje tada nadilazi tipične propagandne ciljeve privlačenja pažnje i osvješćivanja te mora osigurati neku mjeru promjene u navikama ciljane publike koje se tiču njihovih svjesnih izbora umjesto preferencije. Budući da je ovdje riječ o cilju s dugoročnom i kontinuiranom implementacijom čije je djelovanje najosjetnije nakon završetka instrukcija kampanje, za vodilju je tog istraživanja odabran ARCS-V model motivacije. U tome kontekstu, primjenom motivacijskih strategija

propisanih u ARCS motivacijskom dizajn-procesu moguće je osigurati dobar prijem sadržaja kampanje i izvjesnu voljno-motivacijsku akciju ciljane publike kojoj prethodi jedan oblik edukacije.

Cilj upotrebe ARCS motivacijskog dizajna tada postaje identifikacija motivacijskih problema i ciljeva (rješenja), a zatim i razvijanje okruženja ili faktora u okruženju koji će stimulirati i održati motivaciju ciljane publike.

### **3.1. Primjena ARCS motivacijskog dizajn-procesa**

Prema razmatranih deset koraka implementacije ARCS motivacijskog dizajn-procesa izvršeno je prikupljanje informacija o nastavnoj jedinici (tj. o edukativnoj kampanji), kao i prikupljanje informacija o ciljanoj publici. Potom se pristupilo analizi postojećeg materijala kampanje i formiranju liste motivacijskih ciljeva. Motivacijski su ciljevi sljedeći:

- 1) Slučajevi previsoke motivacije za komponentu Pažnja bit će umireni tempom prezentiranja sadržaja, kao i pauzama za refleksiju. Održavanje Pažnje regulirat će se problemskim pristupom, kao i kontinuiranim uvođenjem kognitivnih disonanci. Individue će taj pristup prepoznati kroz nekoliko koraka, a primjeri u sadržaju kampanje moraju biti pamtljivi.
- 2) Upotrebom nesvakidašnjeg medija prijenosa sadržaja kampanje individue će demonstrirati smanjeno samopouzdanje prema sadržaju koji bi inače smatrali trivijalnim. Izlaganjem sadržaja prepoznat će se da postojeće predznanje ipak ne pokriva sadržaj kampanje i da se određeni trud mora uložiti kako bi se znanja usvojila, kao i da je neophodno daljnje istraživanje osobnih relevantnih podataka.
- 3) Primatelj sadržaja kampanje ustanovit će da je težina usvajanja znanja proporcionalna nagradi i koristi te da vlada sustav jednakosti kod nagrađivanja. Minimalne su intervencije neophodne iz razloga što je komponenta Zadovoljstvo najmanje vezana uz fizičke medije prenošenja sadržaja kampanje. Individua će primijetiti mogućnost za javne čestitke i intrističko zadovoljstvo nalik onom početnom.
- 4) Medij prezentacije sadržaja dopustit će prijateljima (stvarnim ličnostima) da budu uzori čime će porasti motivacija za Značaj kod osoba s preniskom motivacijom. Istu ulogu mogu igrati i ranije pripremljeni citati. Ciljana će publika također prepoznati ponašanje vođeno postignućem, ali će prepoznati i analogije u predviđenim igrama ili slagalicama.

Što se tiče metoda procjene uspjeha, predviđeno je korištenje prilagođene IMMS ankete. Nakon određivanja motivacijskih ciljeva i metoda procjena uspjeha, pristupilo se generiranju i odabiru motivacijskih taktika.

Sljedeći koraci ARCS motivacijskog dizajn-procesa obuhvaćaju primjenu i izradu materijala kampanje, odnosno motivacijskog rešenja u obliku video-igre „Zgode i nezgode Malimira“ o čemu će riječi biti kasnije. Deseti je korak kvantifikacija efektivnosti sadržaja kampanje (s naglaskom na video-igru „Zgode i nezgode Malimira“) za što se predlaže IMMS anketa. IMMS jest akronim koji označava Instructional Materials Motivation Survey (Anketa motivacije instrukcijskog materijala), a radi se o anketi koja procjenjuje reakcije primatelja sadržaja tečaja na instrukciju koju vodi sâm primatelj. Ta je anketa neovisna o metodi prenošenja sadržaja kampanje. Drugim riječima, ona se može koristiti i za instrukcije tipa lice-u-lice, ali i u slučajevima sinkronijskih i asinkronijskih online tečajeva [8].

## **4. PREGLED RAČUNALNE VIDEO-IGRE „ZGODE I NEZGODE MALIMIRA“**

„Zgode i nezgode Malimira“ edukativna je računalna video-igra osmišljena kao odgovor na motivacijske deficijencije edukativne kampanje „Čitaj što piješ“ analizirane po komponentama ARCS-V modela motivacije i pripadajućeg motivacijskog dizajn-procesa. Radi se o video-igri hibridnog žanra. Kombinacija je strateške igre u realnom vremenu bazirane na misijama (eng. mission-based RTS) uz pogled algoritamski varijabilne kamere sa slagalicom koju karakterizira igranje uloga (eng. puzzle RPG) uz pogled prateće kamere.

### **4.1. Aktivnosti u igri „Zgode i nezgode Malimira“**

U ranijim poglavljima bilo je rasprave o tipovima aktivnosti u video-igramima koje se preporučuju za željeni

specifični edukativni ishod. Diskutirano je i kako se video-igrom „Zgode i nezgode Malimira” nastoji utjecati na stavove individue (prvenstveno po pitanju značaja konzumiranja specifične vrste flaširane vode). Iz toga je donesen zaključak kako se aktivnosti u video-igri moraju povezati s edukativnom taksonomijom i, konkretnije, s afektivnom domenom Bloomove taksonomije. U skladu s kategorijama afektivne domene Bloomove taksonomije jasno je da se težilo Organiziranju i Vrednovanju, kao i da je Internaliziranje vrijednosti nerealno očekivati. Aktivnosti u igri koje zagovaraju Organiziranje i Vrednovanje jesu igranje uloga i pomaganje što i jest implementirano u video-igri.

Što se tiče igranja uloga, igrač preuzima ulogu paža po imenu Malimir čiji su život i životne okolnosti detaljno razrađene, iako igraču nisu u potpunosti otkrivene. Taj lik pripada svijetu video-igre, kreće se i komunicira s stanovnicima gradova te im pomaže u rješavanju njihovih problemima, premda su oni predstavljeni u vidu isprepletenih motiva i zajedničkih interesa. Pomaganje se mahom zasniva na ograđivanju ili izoliranju štetnog utjecaja kemijskih elemenata ili pak predmeta čija će se svrha uočiti tek kasnije (npr. zmajski zubi).

Unutar gradova (lokacija) u video-igri prevalentna je aktivnost skupljanje koja je osmišljena za potrebe izrade izazova u video-igri, no i dalje je u službi pomaganja. Skupljanje zagovara kategoriju Odazivanje u afektivnoj domeni Bloomove taksonomije. Glavni lik, naime, skuplja resurse u vidu jedinica kemijskih elemenata inače prisutnih u flaširanim pitkim vodama (jod, fluor, magnezij i kalcij).

Za potrebe razvoja video-igre „Zgode i nezgode Malimira” unutar Unity game engine-a uvezeno je izrađenih devet scena, četiri proceduralno generiranih glazbenih brojeva, trinaest glazbenih efekata, dvadeset i osam materijala, sedamdeset i četiri modela, dva animatika, osam čestičnih sustava, dvadeset i dva instancirana objekta, šesnaest instanciranih razina, pedeset i pet skripti u programskom jeziku C#, pet modeliranih terena, sto četrdeset i jedna tekstura, dva post-efekta, kao i sto devedeset i osam blokova vizualnih komandi od kojih većinu čini 2.219 riječi dijaloga. Sve spomenuto autor je izradio samostalno. Na slici 1. prikazan je tipičan kadar iz video-igre:

Slika 1. Tipičan kadar iz video-igre „Zgode i nezgode Malimira”

## 5. ZAKLJUČAK

Video-igra „Zgode i nezgode Malimira” osmišljena je kao odgovor na motivacijske deficijencije edukativne kampanje „Čitaj što piješ” analizirane kroz komponente ARCS-V modela motivacije te kroz pripadajući motivacijski dizajn-proces. Modularni sustav izgradnje razina omogućava i naknadno upravljanje te podešavanje izazova, kao i uopćeno stvaranje različitih uvjeta i okruženja učenju. Prilagođeni upitnici (poput onog koji prati IMMS metodu) mogu se koristiti za kvantifikaciju djelotvornosti primjene motivacijskih strategija. Dio video-igre koji se tiče dijaloga lako se može izmijenjati za specifične potrebe.

Upotrebom računalne video-igre kao medija prijenosa i sugeriranja sadržaja kampanje dodaje se i element zabave gradivu koje bi se moglo smatrati suhoparnim u situacijama dostavljanja u didaktičkom formatu. Osim toga, upotrebom računalnih igara kao medija prijenosa sadržaja kampanje ili tečaja ne samo da se pokazuje potencijal igre kao alata za učenje i podučavanje već se ističe i kao alat za evaluaciju specifičnih oblika učenja, kao što su to formalno i neformalno učenje, prethodno učenje i retencija ili pak učenje zasnovano na iskustvu. Računalne video-igre mogu imati i imaju ulogu u pretvaranju okruženja učenja u efektivna i inspiracijska mjesta. Dodatno, premda je tradicionalni ARCS model motivacije razvijen prije razdoblja procvata interneta i e-učenja, zanimljivo je primijetiti da brojna istraživanja nalaze kako on ostaje razuman izbor za oblikovanje motivirajućeg instruktorskog materijala (zaključno s interaktivnim instruktorskim materijalom).

## 6. LITERATURA

[1] J.M. Keller, "Motivation, Learning and Technology: Applying the ARCS-V Motivational Model", *Participatory Educational Research*, Vol. 3(2), pp. 1-13, 2016.

[2] J. Marshal, M. Willson, "Motivating e-Learners: Application of the ARCS Model to e-Learning for San Diego Zoo Global's Animal Care Professionals", *Journal of Applied Instructional Design*, Vol. 3(2), pp. 21-26, 2013.

[3] J.M. Keller, "Development and Use of the ARCS Model of Motivational Design", *Performance & Instruction Journal*, Vol. 26(9),

pp. 1-8, 1987.

[4] K. Han, S. Park, J.M. Keller, K. Park, "Developing a Web-based Tool for Systematic Motivational Design." In: Proceedings of the World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2006. Chesapeake: AACE

[5] K.M. Kapp, L. Blair, R. Mesch, "The gamification of learning and instruction fieldbook", San Francisco, John Wiley & Sons Inc., 2014.

[6] J. Juul, "Half-Real: Video Games Between Real Rules And Fictional Worlds", Cambridge, The MIT Press, 2005.

[7] J. McGonigal, "Reality is broken", New York, The Penguin Press, 2011.

[8] J.M. Keller, "Motivational Design for Learning and Performance, The ARCS Model Approach", New York, Springer, 2010.

## SIMETRIJA TRANSLACIJE U GRAFIČKOM DIZAJNU

Ivan Budimir<sup>1</sup>, Igor Jelaska<sup>2</sup>, Josipa Fotak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Getaldićeva 2, 10 000 Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup>Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet, Teslina 6, 21 000 Split, Hrvatska

### Sažetak

Cilj suvremenog grafičkog dizajna je ostvarivanje što kvalitetnije komunikacije sa promatračem. Stoga se grafički dizajn na razne načine pokušava unaprijediti i usavršiti. U tu svrhu korisno je upotrijebiti matematička znanja o simetriji, kako bi se dobili novi vizualni oblici koji sadrže različite varijacije simetrija. Tema rada je evaluacija translacijske simetrije kao jedne specijalne vrste simetrije. U tu svrhu prezentirani su rezultati vizualnog istraživanja koje su osmislili autori, u kojem su vrednovana neka originalna dizajnerska rješenja, kako bi se utvrdilo preferiraju li korisnici grafičkih proizvoda, u određenim uvjetima, translacijski simetrične oblike više od drugih. Pomoću Friedmannove ANOVE ( $p < 0,05$ ) i Wilcoxonovih testova ( $p < 0,05$ ) utvrđeno je da korisnici ipak više preferiraju simetrične oblike od drugih.

Ključne riječi: dizajn, simetrija translacije, vizualna kvaliteta, Friedmannova ANOVA

## TRANSLATIONAL SYMMETRY IN GRAPHIC DESIGN

### Abstract

The primary goal of the modern graphic design is to establish a quality relationship with the viewer which is why graphical design is constantly improved and perfected. The mathematical knowledge is used in order to obtain new visual forms which contain the variation of symmetry. This paper presents the evaluation of translational symmetry as a special type of symmetry. The originally designed forms which were designed by the authors were evaluated in order to determine whether the users of the graphic solutions prefer translation symmetry forms more than other in certain conditions. By using Friedman's ANOVA ( $p < 0,05$ ) and Wilcoxon tests ( $p < 0,05$ ) it was determined that users prefer translation symmetry forms more than other forms.

Keywords: design, translational symmetry, visual quality, Fredman's ANOVA

### 1. Uvod

Simetrični predmeti, biljke i životinje nalaze se svuda oko nas, od najsitnijih atomskih čestica i molekula sve do neizmernih svemirskih prostranstava [1]. Tako su obična pahuljica snijega kao i kristali leda primjeri gotovo savršenih simetričnih struktura [2]. Naranča koja je prerezana na dva dijela gledana iznutra u potpunosti je rotacijski simetrična, crni morski ježinac sa svojim mnogobrojnim bodljama koji živi u Jadranskom moru je radijalno simetričan obzirom na nekoliko osi simetrija, dok je pčelinje saće gotovo ogledan primjer oblika koji se dobije višestrukom primjenom translacijske simetrije. Promotri li se odraz planinskih vrhunaca za vedrog vremena na čistom planinskom jezeru može se jasno uočiti zrcalna simetrija. Navedeni i brojni drugi primjeri ukazuju na učestalost pojavljivanja najraznovrsnijih simetričnih oblika u svijetu koji nas okružuje.

Ne čudi što je simetrija jedna od najvažnijih matematičkih ideja koja je zajednička brojnim područjima znanosti poput fizike, kemije ili biologije, ali se pojavljuje u likovnoj i glazbenoj umjetnosti i arhitekturi, od njihovih početaka sve do današnjih dana [3]. Bezbrojni su primjeri simetričnih predmeta, reljefa, skulptura, kipova, građevina, glazbenih i likovnih djela koji su sastavni dio ljudske kulturne baštine. Pravilo simetrije uz zlatni rez jedno je od osnovnih načela kvalitetne kompozicije grafičkog dizajna. Stoga se smije zaključiti kako pojam simetrije povezuje matematiku i druga područja znanosti uključujući i grafičku tehnologiju, što nužno zahtijeva interdisciplinarni pristup i međusobnu suradnju znanstvenika iz različitih područja kako bi se kvalitetno istražio spomenuti fenomen (slika 1.).



Slika 1 Fenomen simetrije spaja različita područja znanosti i umjetnosti

Naime, matematika je znanost o strukturama, a forma svakog likovnog djela temelji se na precizno osmišljenoj strukturi prema kojoj su izgrađeni odnosi te raspoređeni objekti. Prema britanskom matematičaru Godfreyu Haroldu Hardyju (1877-1947.), koji je postao slavan po iznimnom doprinosu matematičkoj analizi i teoriji brojeva [4], „matematičari su poput slikara ili pjesnika, graditelji novih uzoraka. Ukoliko njihovi uzorci imaju trajnu i neprolaznu vrijednost, to je samo zato što su usklađeni s matematičkim idejama.“ Istinitost Hardy-jevih riječi potvrđuju brojni primjeri u likovnim umjetnostima i arhitekturi. Idućom misao, ali na drukčiji način izrekao je poznati španjolski grafičar i slikar kubizma Jose Victoriano Gonzalez, koji je poznat po umjetničkom imenu Juan Gris (1887-1927.), prema kojem je „upravo matematika osnovni građevni element slikarstva; i to njezina apstraktna dimenzija“ [5]. Isti autor u pravilnim matematičkim objektima pronalazi inspiraciju za svoju umjetnost [5]: „Cézanne transformira bocu u cilindar. Ja, naprotiv, počinjem od cilindra da bih stvorio likovni element posebne vrste: ja stvaram bocu, konkretnu bocu, od samog cilindra...moje slike su poput poezije ili proze.“ U slikarstvu slikar osmišljava uzorke koji sačinjavaju formu djela u koju se uklapaju pojedini elementi. Svaki pojedini element svojim oblikom i položajem podvrgava se zakonu forme, te na taj način doprinosi skladu cjeline. Prema Grisu upravo forma koja je ujedno i osnova samog likovnog djela je matematičke prirode. Također, kod Grisa se i sami likovni elementi, poput primjerice boce, temelje na geometrijskim tijelima, u ovom slučaju cilindrima. Stoga se smije zaključiti kako ovaj slikar crpi veliku inspiraciju iz matematike.

Korištenje nekih varijanti simetrije može biti veoma koristan alat za modeliranje u raznim područjima grafičkog dizajna, što uključuje ilustraciju, primijenjenu i umjetničku fotografiju, dizajniranje logotipa, tipografiju, te dizajniranje korisničkih sučelja. Pritom treba dobro paziti na ciljeve koji se žele postići određenim grafičkim dizajnom. Naime, poznato je da se u najvećem broju slučajeva korištenjem simetrije postiže se smirenost, uzvišenost, elegancija, ravnoteža i sklad dizajna, čime se može postići neželjeni dojam pasivnosti i statičnosti kompozicije. Nasuprot tome, asimetrični oblici bude doživljaje kretanja, nemira, dinamike i nesklada, te snažnije privlače pozornost promatrača. Simetrični oblici pak duže ostaju u sjećanju promatrača te bude u njemu plemenite osjećaje reda, harmonije i ljepote. U najvećem broju slučajevaiskusni dizajneri kombiniraju simetriju i asimetriju kako bi postigli uravnoteženost dizajna i što uspješnije istaknuli poruku koju žele prenijeti korisnicima. Pritom nastoje u simetrične strukture unijeti asimetrične i obrnuto, što od dizajnera iziskuje veliko iskustvo i izvrsno poznavanje temeljnih kompozicijskih pravila.

U radu su izloženi rezultati eksperimentalnog vrednovanja specifičnih vizualnih struktura koje su osmislili autori, kako bi se utvrdilo u kolikoj mjeri korisnici grafičkih proizvoda preferiraju oblike koji su više ili manje usklađeni sa simetrijom translacije.

## 2. Teoretski dio

Pojam simetrije precizno je objašnjen u matematici, posebno u klasičnoj i suvremenoj geometriji, te apstraktnoj algebri koja obuhvaća teoriju grupa. Matematička definicija simetriju opisuje kao preslikavanje koje geometrijskom objektu u ravnini ili prostoru ne mijenja izgled [6] (Def. 1.). Klasična

geometrija razlikuje tri vrste simetrija: zrcalnu simetriju, rotaciju i translaciju. U radu se posebno promatra simetrija translacije, čija matematička definicija je dana u nastavku.

Def 1. Neka je  $\vec{t}$  neki vektor u ravnini. Translacija za vektor  $\vec{t}$  je preslikavanje koje točki A pridružuje točku B tako da je  $(\overline{AB}) = \vec{t}$ . U tom slučaju se kaže da je točka A translatairana u točku B duž vektora  $\vec{t}$ . Translacija figure je preslikavanje koje figuru u ravnini preslikava u njoj identičnu figuru tako da se svaka točka te figure translataira u njoj odgovarajuću točku duž vektora  $\vec{t}$  (slika 2.) [6].



Slika 2 Prikaz simetrije translacije

Dizajn sadrži translacijsku simetriju ako postoji figura koja se pravilno ponavlja u određenim razmacima. Simetrija translacije, ali i drugi oblici simetrija, mogu se pronaći na velikom broju umjetničkih djela na kojima se nalaze odgovarajuće figure koje se periodički ponavljaju. Takve figure su na pravilan način raspoređene u ravnini, tako da one u potpunosti ispunjavaju ravninu, bez praznina i preklapanja. Na taj način su nastale elegantne simetrične rozete, gravure, ornamenti i brojni mozaici. Primjeri takvih uzoraka su mozaici koji krase srednjovjekovnu španjolsku palaču Alhambra [7] ili uzorci na čuvenim umjetničkim grafikama nizozemskog slikara M. C. Eschera [8]. Matematičari su utvrdili da su spomenuti simetrični uzorci načinjeni izuzetno pravilno, te se temelje na zakonitostima koje predstavljaju matematičku definiciju grupe. Naime, vizualne strukture se, poput matematičke strukture grupe, modeliraju iz vrlo malog skupa osnovnih elemenata i to u skladu s preciznim pravilnostima. Iako posjeduju relativno mali broj građevnih elemenata, njihovim različitim pravilnom ponavljanjem dobivaju se vrlo bogate i nevjerojatno raznovrsne vizualne strukture. Iste predstavljaju vizualizaciju apstraktne matematičke strukture grupe, a najčešće se radi o različitim grupama simetrija u Euklidskoj ravnini  $E^2$ . Sam Escher je bio svjestan značaja matematike za svoju umjetnost, što najbolje potvrđuju njegove riječi [9]: „Iako sam čak i sada još uvijek laik u području matematike, i iako mi nedostaje teorijsko znanje matematike, a poglavito kristalografije, ono je imalo značajan utjecaj na moj rad u posljednjih dvadeset godina. Zakonitosti pojava koje nas okružuju, poredak, ciklično ponavljanje, i preslikavanja –imali su veliku važnost za mene. Svijest o njihovoj prisutnosti mi daje mir i pruža podršku. U mojim grafikama nastojim svjedočiti da živimo u prekrasnom i uređenom svijetu, a ne u bezobličnom kaosu, kao što se to ponekad čini.“

Vizualno predočavanje različitih grupa simetrije čiji cilj je dobivanje različitih originalnih dizajnerskih rješenja, moguće je ostvariti pomoću računala, što predstavlja veliki izazov području računalne grafike. Tako bi se omogućila originalna, kreativna primjena računalne metode u suvremenim računalnim umjetnostima koje su usko povezane sa računalnom grafikom. Ovaj pristup ima široke i još nedovoljno istražene mogućnosti primjene u grafičkom dizajnu.

### 3. Metodologija

U nastavku su prikazani dijelovi istraživanja koje je provedeno u okviru postupka izrade završnog rada [10]. Eksperimentalno istraživanje sastojalo se od dva dijela: (a) originalnog dizajniranja testnih uzoraka korištenjem translacijske simetrije te (b) vizualnog eksperimenta koji je proveden nad ispitanicima pri čemu je korišten internetski Googleov obrazac pomoću kojega su ispitanici odgovarali na postavljena

pitanja. Na taj način ispitanici su mogli odgovarati na postavljena pitanja putem interneta, što je olakšalo i ubrzalo sam eksperiment.

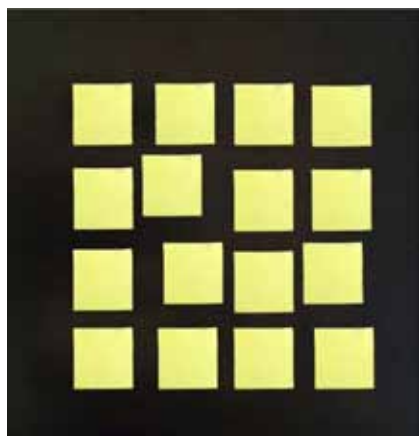
Autori rada su osmislili četiri originalna testna uzorka specifičnog dizajna. Spomenuti uzorci su izrađeni ručno, te su potom načinjene njihove fotografije. Svi uzorci sadrže crnu podlogu na kojoj se nalazi 16 malih žutih kvadratića od kolaž papira, koji su složeni na podlogu u različitim smjerovima. Žuti kvadratići su dimenzija 1x1 cm. Testni uzorak  $F_1$  potpuno je usklađen s principom translacijske simetrije (slika 3), drugi testni uzorak  $F_2$  jako malo odstupa od pravila translacijske simetrije (slika 4), treći testni uzorak  $F_3$  jako odstupa od zakona translacijske simetrije (slika 5), dok je četvrti testni uzorak  $F_4$  potpuno asimetričan (slika 6). Fotografije su načinjene kamerom od 13 MP koja je postavljena na udaljenosti od točno 20 cm od uzoraka. Sve četiri fotografije testnih uzoraka su digitalno obrađene čime je postignuta identična širina i visina svake od njih. Na taj način sama veličina fotografije i njezinih elemenata nije utjecala na ocjenu estetske ljepote istih. Svim testnim uzorcima je zajednička simetrija translacije, a elementi na tim uzorcima su postavljeni na način koji je opisan u nastavku.

Slučaj 1. Testni uzorak  $F_1$  je potpuno asimetričan. Svi elementi na njoj nemaju nikakvog reda po kojem su posloženi. Postavljeni su nasumično jer su autori tako željeli (slika 3).



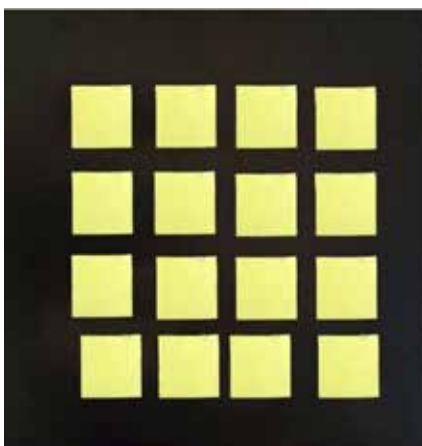
Slika 3 Fotografija u kojoj su elementi asimetrični u simetriji translacije

Slučaj 2. Testni uzorak  $F_2$  ima veliko odstupanje od simetrije. Naime, pojedini elementi vidno odstupaju od pravila simetrije (slika 4).



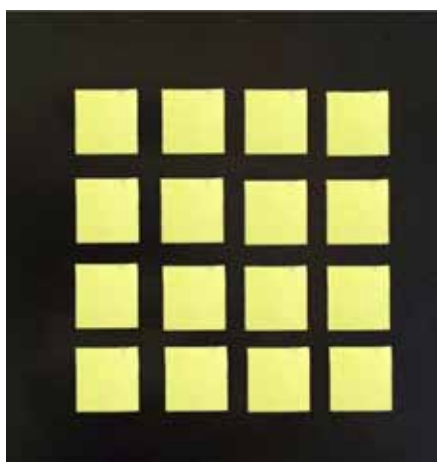
Slika 4 Fotografija u kojoj elementi jako odstupaju od simetrije u simetriji translacije

Slučaj 3. Na testnom uzorku  $F_3$  kvadratić u prvom stupcu i zadnjem redu za svega nekoliko milimetara odstupa od simetrije (slika 5).



Slika 5 Fotografija u kojoj elementi malo odstupaju od simetrije u simetriji translacije

Slučaj 4. Na kraju je prezentiran testni uzorak  $F_4$  koji je u potpunosti simetričan, jer ju čine 16 kvadratića koji su jednako udaljeni jedan od drugog, uz to su raspoređeni u 4 redaka i 4 stupca, te na taj način tvore simetriju translacije.



Slika 6 Fotografija u kojoj su elementi simetrični u simetriji translacije

U samom vizualnom eksperimentu sudjelovalo je 52 ispitanika različite dobi i spola. Ispitanici su dobili zadatak da u Googlovom obrascu koji je postavljen na Internet rangiraju testne uzorke na temelju vlastitog osjećaja ljepote. Pritom je korištena Likertova skala s ocijenama od 1 do 4, pri čemu se ocjene nisu smjele ponavljati. Skala je definirana na sljedeći način:

1 - u potpunosti mi se sviđa

2 - sviđa mi se

3 - ne sviđa mi se

4 - u potpunosti mi se ne sviđa

Proračunske tablice načinjene su uz pomoć Microsoftovog Excel-a 2013.

#### 4. Rezultati istraživanja i diskusija

U nastavku su prezentirani rezultati vizualnog eksperimenta i neka njihova statistička obilježja. Vizualna kvaliteta  $i$ -tog testnog uzorka ( $F_i, i=1, \dots, 4$ ) definirana je pomoću aritmetičke sredine svih ocjena koje su im dodjeljivali ispitanici (dodijeljenih rangova po Likertovoj skali). Rangovi po Likertovoj skali označeni su s  $R_{ij}, i=1, \dots, 4; j=1, \dots, 52$  (njih 52). Sažeto, vizualna kvaliteta  $F_i$   $i$ -tog testnog uzorka  $F_i$  zadana je jednadžbom:

$$F_i = (\sum_{j=1}^{52} R_{ij}) / 52$$

Statistička obilježja uzorka izračunata su pomoću programa STATISTICA 12 (StatSoft, Tulsa, USA). Sastoji se od izračuna deskriptivnih parametara uzorka, prikaza rezultata Kolmogorov-Smirnovljevog testa kojim je ispitana usklađenost eksperimentalnih podataka sa zakonom normalne razdiobe. Kako podaci nisu bili usklađeni sa zakonom normalne razdiobe načinjena je ne-parametrijska Friedmann ANOVA analiza za zavisne uzorke s ponovljenim mjerenjima koja je ukazala na postojanje statistički značajnih razlika među aritmetičkim sredinama rangova promatranih varijabli ( $p < 0,05$ ). Na kraju je izvršena post-hoc analiza koja je uključivala identifikaciju parova čije aritmetičke sredine se međusobno razlikuju pomoću Wilcoxonovog testa uređenih parova ( $p < 0,05$ ).

Deskriptivna statistička analiza podataka dobivenih eksperimentom prikazana je tablicom 1.

**Tablica 1** Deskriptivna statistika (aritmetička sredina  $\pm$  standardna devijacija ( $\mu \pm \sigma$ ), median (Med), mod (Mod), frekvencija moda (Fr. moda), minimum (Min), maksimum (Max), varijanca (Var)

Uzorci	$\mu \pm \sigma$	Med	Mod	Fr. moda	Min	Max	Var
$F_1$	2,88 $\pm$ 1,31	4	4	27	1	4	1,71
$F_2$	2,75 $\pm$ 0,71	3	3	29	1	4	0,50
$F_3$	2,50 $\pm$ 0,67	2	2	31	2	4	0,45
$F_4$	1,79 $\pm$ 1,24	1	1	35	1	4	1,54

Sve testni uzorci dobili su najmanju i najveću ocjenu sa Likertove skale (tablica 1). Uočene su relativno male vrijednosti varijanci što potvrđuje kvalitetu dobivenih podataka.

Nadalje, provjerena je usklađenost svih podataka sa zakonom normalne razdiobe. U tu svrhu primijenjen je Kolmogorov-Smirnovljevi test čiji rezultati su prikazani tablicom 2.

**Tablica 2** Rezultati Kolmogorov-Smirnovljevog testa (statistika Max D, empirijska p-vrijednost)

Uzorci	Max D	p
$F_1$	0,32	$p < 0,01$
$F_2$	0,31	$p < 0,01$
$F_3$	0,37	$p < 0,01$
$F_4$	0,41	$p < 0,01$

Kolmogorov-Smirnovljevim testom pokazano je da niti jedan statistički uzorak nije usklađen sa zakonom normalne razdiobe (tablica 2). Rezultat je očekivan obzirom da su promatrani rangovi vizualne procjene 4 različita testna uzorka. Kako uzorci nisu usklađeni sa zakonom normalne razdiobe, provedena je Friedmann ANOVA analiza za zavisne uzorke s ponovljenim mjerenjima. Spomenutom analizom su se analizirale razlike među aritmetičkim sredinama ocjena sva 4 testirana uzorka. Precizno, testirana je nulta hipoteza

$$H_0: (F_1) = (F_2) = (F_3) = (F_4)$$

nasuprot alternativnoj hipotezi

$$H_a: \text{postoji barem jedan par } i, j \text{ takav da je } i \neq j, i, j = 1, \dots, 4, \text{ za koji je } (F_i) \neq (F_j)$$

Utvrđeno je da ANOVA hi-kvadrat iznosi  $\chi^2_{52} = 26,11$  uz statističku značajnost Friedmannovog testa koja iznosi  $p = 0,00001$ . Prethodni pokazatelji jasno ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika

među aritmetičkim sredinama ocjena testiranih uzoraka. Precizno, nultu hipotezu  $H_0$  potrebno je odbaciti, u korist alternativnoj hipotezi  $H_a$ . Nadalje, provedena je dodatna statistička analiza s ciljem identifikacije varijabli čije aritmetičke sredine se statistički značajno razlikuju. U tu svrhu provedeni su Wilcoxonovi testovi usporedbe parova uzoraka, za zavisne uzorke. Rezultati testova dani su tablicom 3 koja sadrži T-vrijednost te statističku značajnost Wilcoxonovog testa ( $p$ ).

**Tablica 3 Rezultati Wilcoxonovih testova (statistika T, pripadna p-vrijednost)**

Uzorci	F1	F2	F3
$F_2$	T=483,00 p=0,391	-	-
$F_3$	T=494,00 p=0,166	T=387,50 p=0,142	-
$F_4$	T=320,50 p=0,006	T=332,00 p=0,002	T=257,50 p=0,001

Dobiveni koeficijenti ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika aritmetičkih sredina između testnog uzorka  $F_4$  i svih ostalih testnih uzoraka (tablica 3) uz nivo značajnosti  $p < 0,05$ . Nadalje, između aritmetičkih sredina testnih uzoraka  $F_1$ ,  $F_2$  i  $F_3$  ne postoje statistički značajne razlike. Utvrđeno je da se ispitanicima najviše sviđa uzorak  $F_4$  koji je potpuno simetričan, čija aritmetička sredina iznosi 1,79 sa medijanom iznosa 1. Aritmetičke sredine preostalih triju uzoraka nisu pokazale statistički značajne razlike.

## 5. Zaključak

U radu su dani rezultati istraživanja vizualne kvalitete jednostavnih kompozicija obzirom na translacijsku simetriju. Friedmannova ANOVA s ponovljenim mjerenjima za zavisne uzorke je pokazala da postoje statistički značajne razlike među aritmetičkim sredinama ocjena testiranih uzoraka, od kojih je jedan ( $F_4$ ) usklađen sa zakonom simetrije dok preostala tri uzorka ( $F_1, F_2, F_3$ ) više ili manje odstupaju od spomenutog zakona (ANOVA hi-kvadrat iznosi  $\chi^2_{52} = 26,11$  uz statističku značajnost Friedmannovog testa koja iznosi  $p = 0,00001$ ). Nadalje, Wilcoxonovi testovi ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika među nekim parovima promatranih aritmetičkih sredina. Naime, aritmetička sredina testnog uzorka  $F_4$  koji je usklađen s translacijskom simetrijom razlikuje se od svih ostalih uzoraka. Posljedično, ako je u kompoziciji izražena translacijska simetrija, ona je prema ispitanicima vizualno kvalitetnija, što je najvažniji rezultat ovog rada.

## 6. Reference

- [1] Berry, R. Stephen. (1991) Symmetry in atomic and molecular systems. Computers & Mathematics with Applications . Vol. 21. No. 10. pp. 39-52.
- [2] Stewart, Ian. (2001) What Shape is a Snowflake? Magical Numbers in Nature. Freeman. New York.
- [3] Conway, John H.; Burgiel, Heidi; Goodman-Strauss, Chaim. (2008) The Symmetries of Things. Taylor and Francis Group. International book.
- [4] G. H. Hardy (1940 reprinted 1969) A Mathematician's Apology. Cambridge University Press. Cambridge.
- [5] James, Mai. (2012) Juan Gris' Compositional Symmetry Transformations. Proceedings of Bridges 2012: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture. editors Robert Bosch, Douglas McKenna and Reza Sarhangi. pp. 283-290.
- [6] Palman, Dominik. (1984) Projektivna geometrija. Školska knjiga. Zagreb.
- [7] Syed Jan Abas, Amer Shaker Salman. (1994) Symmetries of Islamic Geometrical Patterns. World Scientific Publishing. London.
- [8] Potter M.; Ribando, J. M. (2005) Isometries, Tessellations and Escher, Oh My! American Journal of Undergraduate Research. Vol. 3. No. 4. pp. 21-28.
- [9] [http://www.azquotes.com/author/4555-M\\_C\\_Escher](http://www.azquotes.com/author/4555-M_C_Escher)
- [10] Josipa, Fotak (2016) Pravila simetrije u matematici i dizajnu. Završni rad. Mentor: Budimir, Ivan. Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet. Zagreb.

## METODE GAMIFIKACIJE U ONLINE SUSTAVIMA UČENJA PROGRAMIRANJA – OSOBNO ISKUSTVO

Vjeran Bušelić<sup>1</sup>, Kristijan Župan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>dipl.inž.mat., viši predavač, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, vbuselic@tvz

<sup>2</sup>struč. spec. ing. techn. inf., Zagreb, kiki\_klc@hotmail.com

### Sažetak

Cilj rada je ukazati na najbolje prakse korištenja gamifikacije u svrhu postizanja većeg angažmana i bolje motiviranost pri učenju programiranja na online sustavima za učenje.

Osnovni elementi gamifikacije potječu nešto prije sredine 20. stoljeća iz Sovjetskog Saveza. Tamo su se radnici motivirali bez oslanjanja na novac, tipičan kapitalistički poticaj, korištenjem bodova, proglašavanjem zaposlenika mjeseca i drugim elementima tipičnih u igrama. Danas svi prepoznajemo mnoge elemente gamifikacije u najrazličitijim programima vjernosti koje poznajemo već desetljećima, tako da zapanjuje da je stvarni pojam gamifikacija nastao tek u ovom tisućljeću. Prvi ga je upotrijebio Nick Pelling, britanski programer i video igre dizajner rajem 2002. godine. Gamifikacija je također vrlo popularan koncept u obrazovanju, posebno kad treba motivirati maloljetnike da izdrže u obavljanju ne-trivijalnih zadataka kao što su učenje informacijskih tehnologija i/ili programiranja. Vještine koje od samih početka imaju elemente gamifikacije u obliku u svijetu prihvaćenih industrijskih certifikata.

U ovom članku osim objašnjenja osnovnih pojmova gamifikacije, te pregleda principa koji važe u modernim sustavima online učenja u području programiranja, više detalja će se posvetiti prikazu jedne od najpopularnijih platformi - Treehouse, iz perspektive mladog diplomanda, vrlo iskusnog korisnika, gamera i programera.

Ključne riječi: gamifikacija, online sustavi za učenje, programiranje

## GAMIFICATION METHODS IN ONLINE LEARNING OF PROGRAMMING - PERSONAL EXPERIENCE

### Abstract

The goal of this article is to point out the best practices of using gamification to achieve greater involvement and better motivation for learning programming using online learning systems.

Basic elements of gamification originates in the early to mid 20th century in Soviet Union. Workers were motivated without relying on capitalist-style monetary incentives - using points, employee of the month and other game-like elements. Today we all recognize many gamification elements in all kind of various loyalty programs we know for decades, so it really astonishes that the actual term gamification was created in the New Millennium. Nick Pelling, a British programmer and video game designer, first introduced the term in late 2002. As it gained quick popularity and mass use but also inflated expectations or even misuse, so in 2004 Gamification is also very popular concept in education, especially to motivate juvenile audience to endure in non-trivial tasks like learning IT related technologies and/or programming. Skills that from the very beginning had elements of gamification in form of worldwide accepted industry certifications.

In this article besides explanation of main concepts of gamification, and the overview of gamification principles in modern online learning systems in the field of programming, review and more details will be given of the Treehouse - one of most popular online learning platforms, from the viewpoint of young graduate, very experienced user, gamer and programmer.

Keywords: Gamification, online learning, programming

## 1. Uvod

Programiranje ubrzano postaje jedna od najtraženijih vještina u svijetu i to ne samo za programere, već i za matematičare, dizajnere, te stručnjake za analizu podataka. Tvrtka "Burning Glass" koja se bavi analitikom i istraživanjem tržišta ljudskih resursa kaže da je 2015. godine bilo otvoreno 7 milijuna radnih mjesta koji su direktno povezani sa programiranjem, a kroz sljedećih deset godina će taj broj rasti za 8.8% godišnje [1:7]. Potreba za programerima je postala jako velika i škole i fakulteti ne mogu tolikom brzinom pripremati programere za posao. Iz tog razloga razvijeni su mnogi online sustavi za učenje programiranja gdje ljudi mogu naučiti sve potrebne programerske vještine. Samo učenje programiranja nije toliko jednostavno, pogotovo kada ga korisnici sami moraju učiti putem interneta. Zbog toga većina takvih sustava koristi brojne elemente i prednosti gamifikacije poput bodova, postignuća, različitih kvizova i izazova i na taj način olakšavajući polaznicima dolazak do cilja – da što prije postanu kvalitetni programeri, konkurentni na tržištu rada.

## 2. Gamifikacija

Osnovni elementi gamifikacije potječu nešto prije sredine 20. stoljeća iz Sovjetskog Saveza. Tamo su se radnici motivirali bez oslanjanja na novac, tipičan kapitalistički poticaj - korištenjem bodova, proglašavanjem zaposlenika mjeseca i drugim elementima tipičnim u današnjim video igrama. Gotovo svi će prepoznati brojne elemente gamifikacije u programima vjernosti koje također postoje već desetljećima, tako da zapanjuje da je stvarni pojam gamifikacija nastao tek u ovom tisućljeću. Prvi ga je upotrijebio Nick Pelling, britanski programer i dizajner video igara krajem 2002. godine. Termin je prvi put korišten 2003. godine, dokumentiran 2008. godine, a aktivno se počeo koristiti tek 2011. godine kada je i postao najpopularniji [2]. Uz popularnost termina porasla je i potreba za ljudima koji znaju i razumiju gamification i to za čak 293% 2011. godine [3]. Sama definicija gamifikacije postoji u više oblika, a jedan od najkorištenijih kaže da je gamifikacija korištenje elemenata iz igara i tehnika kojim su igre dizajnirane kako bi se ljudi motivirali da ostvare svoje ciljeve [4].

Jedan od glavnih ciljeva korištenja tehnika gamifikacije je poboljšanje angažiranosti/učestalosti korisnika čime se postiže lojalnost (engl. Loyalty) korisnika [5], što u konačnici generira povećani profit. Primjer su danas i kod nas rasprostranjeni programi lojalnosti poput Multiplus, DM ili Kozmo kartica. Drugi tipičan razlog za korištenje gamifikacije je povećanje produktivnosti. Jedan od primjera je aplikacija "Forest" koja korisnicima pomaže da se koncentriraju na rad. Svaki put kada korisnici krenu raditi nešto za što im je potrebna koncentracija, oni posade jedno sjeme koje za 30 minuta postaje drvo samo ako aplikacija ostane netaknuta. Ako korisnici napuste aplikaciju da bi provjerili e-mail ili društvene mreže drvo će uvenuti. Na taj način korisnici sade drveće i svoju šumu, što je jedan od odličnih načina za vizualni prikaz svoje produktivnosti kroz vrijeme [6].

Tehnikama gamifikacije vrlo se jednostavno pruža aktualna povratna informacija korištenjem grafičkih indikatora (engl. Progress bar) ili rang lista (engl. Leaderboard).

Danas je korištenje gamifikacije postalo jako popularno u sustavima za online učenje jer se pokazalo kao jako učinkovito i poželjno za korisnike. Portal „Elearningindustry” tvrdi da 80% studenata kaže da bi bili puno produktivniji ako bi njihovo sveučilište ili posao bilo sličnije igri. Također portal navodi da bi 60% studenata bilo motivirano sa rang listama, te 89% njih bi više koristilo sustav za online učenje ako bi imao neki sustav bodovanja [7].

Traci Sitzmann, profesorica sa Sveučilišta u Colorado, Denver napravila je istraživanje o tome koliko je efektivna gamifikacija u sustavima za online učenje. Uzorak je temeljila na 6476 odraslih osoba. Kroz analizu podataka otkrila je da su studenti koji su sudjelovali u gamificiranim sustavima za učenje imali 14% bolje rezultate na testovima vještina, 11% bolji rezultat na teorijskim testovima te 9% porast u pamćenju naučenog znanja [8].

Tvrtka Gartner najveća analitička tvrtka iz područja tehnologije u poslovanju prepoznaje četiri glavna čimbenika za povećanje angažiranosti korištenjem metoda gamifikacije [9]:

(1) Ubrzano dobivanje povratne informacije. U stvarnom svijetu, dobivanje povratne informacije traje

sporo (npr. godišnji izvještaj o radnim performansama) s dugim razmacima između postavljenih ciljeva. Gamifikacija značajno ubrzava dobivanje povratne informacije angažiranosti djelatnika/korisnika.

(2) Jasni ciljevi i pravila. U stvarnom svijetu gdje su ciljevi nejasni i pravila se selektivno primjenjuju, gamifikacija pruža jasne ciljeve i dobro definirana pravila igre kako bi se osiguralo da igrači osjećaju da mogu postići ciljeve.

(3) Uvjerljiva priča. Dok su aktivnosti u stvarnom svijetu rijetko neodoljive, gamifikacija gradi priču koja angažira korisnike da sudjeluju i postižu ciljeve željene aktivnosti.

(4) Zadaci koji su izazovni, ali ostvarivi. Dok u realnom postoji višak ciljeva/izazova koji su uglavnom veliki i dugoročni, gamifikacijom zadaću možemo organizirati kroz nekolicinu kratkoročnih i ostvarivih ciljeva.

Vide ju nužnom u poslovnoj primjeni i preporuča njenu implementaciju u poslovanje: "Igre tradicionalno modeliraju stvarni svijet, a organizacije danas moraju iskoristiti priliku da njihov stvarni svijet oponaša igre. Poduzetnici moraju biti spremni doprinijeti formuliranju strategije gamifikacije i morali bi probati barem jednu igraču vježbu kao dio njihovog konteksta za poduzetno planiranje ove godine". [9]

### 3. Osnovni elementi gamifikacije

U današnje vrijeme gotovo da i nema osobe koja u nekom trenutku nije zaigrala neki tip igre, bila to video igra ili stvarna društvena igra. Samo video igrice trenutno igra 1.2 bilijuna ljudi, a online igrice 700 milijuna ljudi što je 44% svjetske online populacije [10]. Iz tog razloga većini ljudi su poznate najčešći igrači elementi - pravila i komponente koje čine samu igru poput:

(1) Postignuća - koja virtualno prikazuju da je korisnik nešto postigao. Ljudi vole napredovati i pratiti pokazatelje i indikatore napretka. Postignuća mogu biti lagana ili teška, mogu biti i tajna te iznenaditi korisnika i time ga dodatno razveseliti kada određeno postignuće dobije. U postignuća najčešće ubrajamo bodove, bedževe, razine, rang liste, grafičke indikatore i certifikate koje osvajamo za kompletiranje postignuća.

(2) Nagrade - elementi koji podstiču veću aktivnost, a ako se koriste dobro i kvalitetno mogu postići veliku angažiranost korisnika i dugotrajnu motivaciju za korištenje sustava. Usko su povezane sa postignućima, a najčešći oblici nagrada su alati za bolje iskustvo korištenja sustava, raznovrsni bonusi te virtualne i fizičke vrijednosti.

(3) Društvene komponente. Igre ne bi bile popularne da u njima nema drugih igrača/natjecatelja. Ponudom postignuća i nagrada, sustav će zadržati igrača u igri neko vrijeme, dok mu ne dosadi ili dok ne ispuni određene ciljeve. Međutim ako se u igri omogući da korisnik dobije status koji drugi ljudi mogu prepoznati, tada to postaje društvena igra u kojoj ljudi postaju motivirani da duže ostanu [11]. Neki od najčešće korištenih društvenih elemenata su timovi/klanovi - grupice koje pomažu jedni drugima u ostvarenju ciljeva, vidljiv društveni status u igri te razni oblici natjecanja.

### 4. Sustavi za online učenje

Sustavi za online učenje su u suštini sustavi kojima se može pristupiti putem računala ili mobitela sa bilo koje lokacije kad god su spojeni na internet. U samim počecima online učenje nije uopće bilo popularno i korisnici su bili skeptični oko njegove učinkovitosti. Jedan od osnovnih argumenata bio je gubitak ljudskog elementa - učitelja, koji nam je usađen odgojem i obrazovanjem.

Danas je online učenje jedan najpopularnijih i učinkovitijih načina učenja i ubrzano raste. Tako je tržište sustava za online učenje 2014. godine vrijedilo čak \$56.2 milijarde dolara, a 2015. se udvostručilo [12].

Glavne prednosti online učenja su sljedeće:

(1) Štedi vrijeme i novac - učenje online se može raditi od kuće što znači da student ne mora putovati i trošiti svoj novac.

(2) Dostupnost od 0-24 - studenti mogu učiti onda kada imaju najviše energije i volje, a ne samo onda kada je profesor dostupan. Online materijali su dostupni bilo kada i ako student nešto propusti tokom

podučavanja, lako se može vratiti na dio koji je propustio.

(3) Mobilnost - evolucijom tehnologije, učenje je danas dostupno i na mobilnim uređajima, što čini proces puno dinamičnijim i jednostavnijim.

(4) Gamifikacija - jedna od najpoželjnijih i najzabavnijih metoda koja je u potpunosti promijenila način na koji se uče nove stvari.

Američki odjel za edukaciju proveo je istraživanje na uzorku od 1857 studenata u rasponu godina od 13 do 44. Istraživanje je potvrdilo da studenti koji su učili online su također imali bolje rezultate od onih koji su gradivo pohađali uživo sa profesorom: „Cjelokupni nalaz meta analize je da sustavi za online učenje (bilo da su podučavani u potpunosti online ili miješano online/uživo) u prosjeku donosi snažnije i bolje rezultate učenja od nastave licem u lice“. [13:].

#### 4.1. Sustavi za online učenje programiranja

Mnogi pojedinci ulaze u svijet programiranja zato što ih zanimaju računala i žele graditi karijere razvijajući web i mobilne aplikacije. Kako bi savladali osnovna, ali i napredna znanja na raspolaganje im stoje knjige, tečajevi i sve više online sustavi. Većina ljudi koji tek ulaze u svijet programiranja i ne znaju zašto točno žele naučiti programirati, nerijetko ni koje tehnologije a možda je naježe odabrati početnu točku. Učenje programiranja nije jednostavno, i dosta često se zna dogoditi da novi programeri vrlo brzo zapnu u nekom problemu i ne znaju je li to znak da programiranje nije za njih i okreću se drugim sustavima ili čak mijenjaju područje sve dok na kraju ne odustanu.

Stoga je većina današnjih sustava kao rješenje za motivaciju uvela gamifikacijske tehnike i tako održavaju i potiču korisnike. Njome se u sustave obavezno ubacuju sustavi praćenja napretka što novome programeru uvijek govori koliko je napredovao i motivira ga da se razvija dalje. Također u većinu sustava je ubačena neka društvena komponenta preko koje studenti mogu međusobno komunicirati i međusobno si pomagati.

Najpopularniji sustavi broje i više milijuna korisnika pa tako CodeAcademy ima više od 25 milijuna korisnika, a Codeschool preko 2 milijuna.

Codeacademy studenti vole je zato što je pristupačan za početnike i postepeno ih uvodi u programski jezik. Jako je cijenjen i zbog gamifikacije sustava. Nudi različite bedževe i postignuća i što više lekcija korisnici završe, više bedževa će dobiti. Premda se na njemu mogu pronaći različite teme od najobičnijeg HTML i CSS pa do izrade kompliciranih serverskih sustava, namijenjen je uglavnom apsolutnim početnicima.

Codeschool je gamificirani sustav za online učenje programiranja koji podučava studente informacijskim tehnologijama kroz zabavan sadržaj. Vješto kombinira mehaniku igara sa video sadržajem i različitim izazovima i zadacima koji čini cijelo iskustvo učenja zabavno i učinkovito. Glavna metoda kojom Codeschool podučava svoje studente je sa praktičnim zadacima gdje studenti nakon svakog modula predavanja mogu izraditi vlastiti stvarni projekt. Koristi bedževe, bodove i postignuća kako bi motivirali svoje korisnike. Jedna od bitnih stvari kod ovog sustava je da je on povezan sa „Open Badges“ sustavom što korisnicima omogućuje da lakše pokažu svoje bedževe i znanja potencijalnim zaposlenicima.

Sustav za učenje programiranja Codecombat je drukčiji od prethodno navedenih. Dok ostali gamificirani sustavi koriste bedževe, bodove i postignuća, CodeCombat je zapravo osmišljen tako da korisnici uče programirati pravu igru koja je cijelo vrijeme vidljiva u dijelu ekrana. Cilj igre je prolaziti kroz misije i ubijati neprijatelje sa svojom vojskom, te time raditi što manje poteza (smanjivanje koda). Kroz misije se skupljaju različiti dijamanti te različite vrste stvari, poput odjeće, obuće, oružja. Grafički su misije dizajnirane tako da podsjećaju na RPG (Role playing games) igre. Ekran je podijeljen na dva dijela od kojih je jedan editor za pisanje koda, a drugi simulacija igre koja se može kontrolirati sa naredbama u editoru za programiranje. Svaka greška u kodu oduzima energiju korisnikovom avataru i ako korisnik napravi previše grešaka njegov avatar može čak i umrijeti. Cijeli način učenja započinje od jednostavnih igara i misija, pa do jako kompliciranih. U CodeCombatu postoje misije gdje se borite protiv stvarnih ljudi i način na koji možete pobijediti je da prije njih završite cijeli kod i postavite svoju mapu. Namijenjen je uglavnom

apsolutnim početnicima i djeci, te se u njemu neće steći znanja potrebna jednom programeru.

Dungeons and developers sustav za učenje programiranja nije bogat funkcionalnostima kao i ostali, već je napravljen izrazito jednostavno. Međutim za razliku od ostalih koristi drukčije metode gamifikacije i princip podučavanja. Osmišljen je tako da je podijeljen na različite vještine koje su prikazane kao stablo vještina gdje studenti moraju naučiti određene lekcije da bi mogli otključati sljedeću vještinu. Također svaki student ima svoj avatar u kojemu pišu njegovi podaci, razina koju je dostigao i različite karakteristike koje ga opisuju. Svaka vještina ima nekoliko materijala koje student mora naučiti kako bi mogao napredovati dalje. Nedostatak ovoga sustava je to što nema nikakve provjere jeli student stvarno stekao potrebna znanja, već si oni sami potvrđuju savladavanje vještine.

## 5. Treehouse

Misija kompanije Trihouse glasi: „Treehouse daje pristupačnu edukacijsku tehnologiju ljudima sa svih strana svijeta kako bi im pomogli da ostvare svoje snove i promijene svijet.” [14].

Iskustvo autora te proučavanje recenzija o pojedinim sustavima online učenja programiranja pozicionira Treehouse sustav iznad popularnijih CodeAcademy ili Codeschoola. Treehouse sustav koristi možda najviše elemenata gamifikacije te ih koristi efikasnije od drugih. Osim općenitih elementa poput postignuća (bedževi, bodovi), Treehouse također pruža i kvizove i izazove, gdje korisnici odmah mogu primijeniti naučeno znanje te tako steći samopouzdanje koje im je potrebno za nastavak učenja. Glavni zadatak koji Treehouse želi ispuniti za svoje korisnike je da pruži korisnicima pomoć da lakše pokažu potencijalnim zaposlenicima svoje vještine kada se korisnici prijave za neki posao.

Namijenjen je i za početnike i napredne programere. Uz tečajeve programiranja nudi i lekcije iz poslovanja i marketinga koje pomažu pri stjecanju osnovnih znanja koja su korisnicima potrebna da bi svoje programerske vještine mogli pretvoriti u neku novčanu zaradu, bilo to stvaranjem njihove vlastite tvrtke ili pronalaženjem programerske pozicije u nekoj drugoj tvrtki. Treehouse nije besplatan kao CodeAcademy, i ima tri paketa - 'Osnovni,' gdje korisnici imaju pristup određenim bibliotekama, stazama i društvenoj zajednici, Pro, gdje korisnici uz sve iz osnovnog dobivaju i pristup bonus materijalima i konferencijama te Techdegree' paket gdje korisnici dobivaju pristup posebnim tečajevima.

Svaki korisnik kada odabere neki tečaj ili lekciju koje želi učiti prvo što mora proći su video materijali koji im daju osnovna teorijska znanja koja su potrebna za savladavanje gradiva. Uz svaki video materijal ponuđeni su dodatni materijali uz koje korisnik može dobiti uvid u detalje i širi spektar ponuđenog znanja. Treehouse redovito nadopunjuje svoj sadržaj i održava ga u toku sa novim tehnologijama i najboljim praksama.

Nakon što se prođu video materijali i usvoje osnovna znanja korisnik mora rješavati kvizove koji ga ispituju i provjeravaju ono što je naučio. Tek kada skupi određeni broj točnih odgovora može krenuti dalje sa gradivom. Također uz kvizove, kroz učenje lekcija pojavljuju se razni interaktivni kodni izazovi gdje korisnik mora programiranjem riješiti zadani problem. Na taj način Treehouse pomaže korisnicima da lakše zapamte ono što su naučili gledanjem video materijala, te da kasnije mogu to znanje iskoristiti na svojim vlastitim projektima. Ukoliko korisnici zapnu pri rješavanju problema, jednostavno se mogu obratiti društvenoj zajednici Treehousea jednostavnim klikom na „Start discussion” gdje se može zatražiti pomoć ili pokrenuti rasprava ako se korisnik ne slaže s određenim načinom na koji Treehouse zahtjeva da se problem riješi.

Za završavanje lekcija i tečajeva korisnici su nagrađeni bodovima i bedževima koji su prikazani na njihovom vlastitom profilu koji se može javno dijeliti. Ti bedževi pokazuju koja znanja i vještine studenti posjeduju. Sustav Treehouse organiziran je kroz tri osnovne kategorije: biblioteke, staze i društvena zajednica.

(1) Biblioteke u kojima se pojedinačno nalaze sve lekcije i tečajevi za sve kategorije i programske jezike. Klasičan tečaj ima puno teorijskog i malo praktičnog dijela. Služi kao uvod u neku tehnologiju ili za objašnjavanje neke arhitekture ili najbolje prakse za pisanje koda. Radionica je viši oblik, u kojoj se uglavnom rješavaju praktični primjeri iz stvarnog života. One su najkorisnije za učenje programiranja jer

uz njih studenti rade na nekom stvarnom projektu. Za korisnike Pro inačice postoje brojni video materijali sa važnih programerskih konferencija, i bonus materijali u kojima se uglavnom opisuje neki novi trend u programiranju ili se pokazuju neke nove mogućnosti u novim verzijama tehnologija. Kvizovi se pojavljuju nakon što je student prešao određeni broj video materijala. Ispituju studenta o nekim osnovnim znanjima te mu na taj način pomažu da lakše zapamti i prisjeti se onoga što je u videu naučio. Kodni izazovi su interaktivni način pisanja koda nakon neke naučene lekcije. Zadaci nisu komplicirani i daju studentu mogućnost da u praksi iskoristi naučeno znanje. Treehouse ima svoj vlastiti sustav u kojemu studenti mogu pisati kod i odmah vidjeti rezultat napisanog koda. Ako je nešto u kodu pogrešno napisano sustav mu javi gdje bi mogla biti greška i daje mu neke natuknice kako bi mu pomogao riješiti zadatak. Također, ako studentu ni ponuđene natuknice ne pomognu da riješi zadatak, klikom na gumb „Get Help” može se obratiti društvenoj zajednici sa problemom koji će mu netko uvijek pomoći riješiti.

(2) Staze koje su napravljene zato da bi se korisnicima olakšao izbor lekcija i tečajeva kroz koje će prolaziti. Staze su u suštini grupe pojedinačnih lekcija koje imaju svrhu pokriti određeno područje. Npr. to mogu biti lekcije za Java programski jezik, lekcije iz web dizajna, itd. Za svaku stazu dan je kratak opis i procjena trajanja tečaja. Za svaku tehnologiju (stazu) objavljeni su i veliki korisnici koji tu tehnologiju koriste, a može se vidjeti kolika je prosječna plaća za zaposlenika koji ju koriste.

(3) Društvena zajednica je mjesto gdje studenti mogu međusobno komunicirati i tako efikasnije rješavati postavljene zadatke. U društvenoj zajednici ubačeni su elementi gamifikacije, kroz rang liste gdje korisnici mogu vidjeti koliko su bodova skupili u odnosu na druge studente, te mogu vidjeti svoj percentil za tehnologije u kojima su najviše naučili.

Treehouse sustav je bogat različitim elementima gamifikacije i ono što ga čini boljim u odnosu na druge je to da su u Treehouseu ti elementi kvalitetno postavljeni i osmišljeni. Bodovi se mogu dobiti gledanjem video materijal, završavanjem lekcija, rješavanjem kvizova i kodnih izazova te pomaganjem drugim studentima putem društvene zajednice. Podijeljeni po područjima, te se za svaku tehnologiju/područje mogu vidjeti zasebno zarađeni bodovi a služe i za poredak na rang listama koje se nalaze u društvenoj zajednici. Postignuća se dobivaju samo kada se završi jedna kompletna cjelina i ona daju studentima uvid u znanje koje su dobili. Prikazuju se na osobnom profilu i mogu se pokazati svima koji imaju pristup internetu (potencijalnim poslodavcima, prijateljima, i dr.). Staze omogućuju studentima lakše snalaženje i biranje lekcija. Pošto u stazama postoji samo jedan put, studenti moraju završiti svaki pojedinačni tečaj prije nego mogu pristupiti sljedećem. To ih na neki način može motivirati da napreduju dalje, jer ih na kraju staze očekuje poseban bedž / postignuće koje potvrđuje da su studenti prošli kroz cijelu stazu. Grafički indikatori se u Treehouse sustavu koriste da bi studentu dali do znanja gdje se nalazi i koliko još ima do završetka započetog tečaja, lekcije ili staze. Nakon završetka svake lekcije na grafičkom indikatoru se pojavljuje indikator završetka. Rang liste se mogu pronaći na društvenoj zajednici. Postoje dvije rang liste na kojima se mogu vidjeti odnosi studenata po broju bodova i po broju postignuća. Također rang liste postoje za trenutni tjedan, trenutni mjesec i rang liste od samog početka Treehousea. Uz top 10 najboljih studenata može se vidjeti korisnikova trenutna pozicija, kolika je razlika između njega i studenta nakon njega, te koliko je bodova studentu potrebno da bi prestigao studenta ispred. Nekim studentima takav izazov može biti dodatna motivacija, pogotovo ako se natječu sa prijateljima iz stvarnog života.

Već nakon samo par sati učenja na Treehouseu studenti su spremni za razvoj neke osnovne aplikacije ili web stranice. Uz to, cijela aplikacija je strukturirana tako da je sve lako dostupno i ne mora se gubiti vrijeme i energija na traženje materijala ili lekcije na kojoj je student stao tokom učenja.

Jedna od prednosti u odnosu na sve druge sustave je to da uz podučavanje osnovnima znanjima, Treehouse studente uči načinu razmišljanja koje im je potrebno za pristupanje problemima i postavljanju samih temelja aplikacije na kojoj rade. To čini kroz poseban program Techdegree koji studentima uči vještinama koje su im potrebne kako bi mogli naći odgovarajuće programerske poslove. Većina gradiva je preuzeta iz standardnih tečajeva i lekcija koje su dostupne svima na Treehouseu, međutim tečajevi traju 4-5 puta duže od standardnih a korisnici rade na stvarnim projektima koje na kraju pregledavaju i ocjenjuju vrhunski stručnjaci iz područja. Tijekom rada otvorena im je komunikacija s tim istim stručnjacima u stvarnom vremenu.

## 5. Zaključak

U današnje vrijeme kad dolaze generacije mladih ljudi koji odrastaju na igranju igrice, sustavi koji koriste te iste elemente bit će im puno privlačniji za rad ili učenje. Implementiranjem gamifikacije u sustave za online učenje dobivaju se ne samo sustavi koji motiviraju korisnika na učenje, već mu cijeli taj proces čine i puno zanimljivijim. Ako se u sve to još uključi i društvena komponenta gdje se ljudi sličnih interesa i svjetonazora mogu spojiti, dobivamo atmosferu za kvalitetno i efikasno učenje. Radi povećanje potražnje za programerima sve je više online sustava koji ih mogu podučiti znanjima koja su im potrebna da u brzo i efikasno mogu postati punopravni članovi profesionalne programerske zajednice [15].

## Reference

- [1] Burning Glass: „The expanding demand for coding skills”, <http://burning-glass.com/wp-content/uploads/Beyond-Point-Click-final.pdf>, str 7, lipanj, 2016.
- [2] Zac Fitz-Walter: „A brief history of gamification”, <http://zefcan.com/2013/01/a-brief-history-of-gamification/>, 24.1.2013.
- [3] Ivan Kuo: Demand for Gamification Skills Are Up 293% From 2011, <http://www.gamification.co/2012/11/13/demand-for-gamification-skills-are-up-293-percent-from-2011/>, 13.11.2012.
- [4] Brian Burke: „Gartner redefines gamification”, <http://blogs.gartner.com/brian-burke/2014/04/04/gartner-redefines-gamification/>, 4.4.2014.
- [5] Justin Ferriman: „4 Reasons to use gamification”, <https://www.learndash.com/4-reasons-to-use-gamification/>, 16.2.2014.
- [6] Jim Pedicone: „Could you gamify productivity in your business”, <http://designpickle.com/gamify-productivity-business/>, 25.10.2016.
- [7] John Laskaris: „30 facts about gamification in eLearning”, <https://elearningindustry.com/30-facts-gamification-in-elearning>, 30.07.2014.
- [8] Traci Sitzmann: „A Meta-Analytic Examination of the Effectiveness of Computer-Based Simulation Games” [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=en&user=zfT2LYAAAAJ&citation\\_for\\_view=zfT2LYAAAAJ:2osOgNQ5qMEC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=zfT2LYAAAAJ&citation_for_view=zfT2LYAAAAJ:2osOgNQ5qMEC), 1.6.2011.
- [9] Gartner, Gartner says by 2015, more than 50 percent of organizations that manage innovation processes will gamify those processes, <http://www.gartner.com/newsroom/id/1629214>, 12.4.2011.
- [10] Dean Takashi: „More than 1.2 billion people are playing games” <http://venturebeat.com/2013/11/25/more-than-1-2-billion-people-are-playing-games/>, 25.11.2013.
- [11] Learning solutions magazine „What FarmVille can teach us about social gamification”, <https://www.learningsolutionsmag.com/articles/1592/what-farmville-can-teach-us-about-social-gamification/page2>, 21.12.2014.
- [12] Training mag, „2014 training industry report” [https://trainingmag.com/sites/default/files/magazines/2014\\_11/2014-Industry-Report.pdf?utm\\_campaign=elearningindustry.com&utm\\_source=%2Felearning-statistics-and-facts-for-2015&utm\\_medium=link](https://trainingmag.com/sites/default/files/magazines/2014_11/2014-Industry-Report.pdf?utm_campaign=elearningindustry.com&utm_source=%2Felearning-statistics-and-facts-for-2015&utm_medium=link), studeni/prosinac 2014
- [13] U.S. Department of Education: „Evaluation of Evidence-based practices in online learning”, <https://www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf>, 9.2010.
- [14] Treehouse: „Treehouse mission” <https://teamtreehouse.com/about>
- [15] Kristijan Župan: Metode gamifikacije u sustavima učenja programiranja / diplomski rad, Zagreb: Tehničko veleučilište u Zagrebu, veljača 2017.

## UTJECAJ KORIŠTENE TEHNIKE LIJEPLJENJA NA ČVRSTOĆU UVEZA KNJIGE

Željko Hadžija, Gorana Petković, Suzana Pasanec Preprotić

Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Mjerenjem prekidne sile kidanja na Page Pull Test uređaju određuje se čvrstoća ispitivanih uzoraka bešavno uvezanih knjižnih blokova s ciljem ispitivanja utjecaja različitih tehnika izrade, odnosno lijepljenja knjižnih blokova na kvalitetu gotovog proizvoda. Ispituje se utjecaj dvije tehnike lijepljenja, lepezastog lijepljenja i lijepljenja nakon mehaničke obrade hrpta (hrapavljenja) uz dodatak knjigoveške gaze. Usporedbom dobivenih rezultata sa smjericama FOGRA instituta broj 71.006, rangiraju se i klasificiraju ispitivani uzorci, vrši njihova međusobna usporedba te kvalitativna i kvantitativna analiza dobivenih rezultata, kako bi se sa sigurnošću definiralo koja će tehnika lijepljenja omogućiti izradu čvršćih i kvalitetnijih knjižnih blokova, ujednačeniji nanos ljepila na svim dijelovima hrpta te ponovljivost procesa. Tehnika lijepljenja koja više udovolji svim navedenim zahtjevima i pokaže bolju čvrstoću knjižnih blokova, koristi će se u daljnjim istraživanjima adhezijskih spojeva, prilikom promatranja ostalih parametara koji utječu na kvalitetu adhezije i općenito na čvrstoću knjižnog bloka.

Gljučne riječi: lepezasto lijepljenje, hrapavljenje, bešavna forma uveza, čvrstoća knjižnog bloka, lijepljeni spoj

## INFLUENCE OF USED ADHESIVE BINDING TECHNIQUE ON BOOKBINDING STRENGTH

### Abstract

Bookbinding strength is determined by measuring the tensile breaking force on Page Pull Tester to examine the impact of used binding technique on binding strength of the end product. Two techniques, double fan and perfect binding technique (spine roughing with the addition of bookbinding gauze) are investigated. Obtained result are compared with the FOGRA institute's guidelines number 71.006, ranked and classified, but also compared mutually with their qualitative and quantitative analyse in order to define which used technique will produce more firmer and better quality book blocks, cause more uniform adhesive application across whole book spine and ensure repeatability of the process. Bonding technique that covers a larger number of all those above listed requirements and shows a higher tensile strength, is going to be used in further research of adhesive joints – during investigation of other parameters affecting the adhesion quality and the strength of the book block in general.

Keywords: double fan binding, perfect binding, adhesive binding, bookbinding strength, adhesive joint

### 1. Uvod

Sve veća zastupljenost elektroničke izdavačke djelatnosti dovodi u pitanje egzistenciju klasične izdavačke djelatnosti i postavlja pitanje o stvarnoj potrebi za tiskanom knjigom [1]. Uz to, svjetska ekonomska kriza te pojava i razvoj društvenih mreža i online marketinga uvelike su utjecale na negativan trend unutar grafičke industrije i na pojavu neiskorištenosti postojećih kapaciteta, tj. smanjenje naklada knjigoveških proizvoda [2]. Gledano na globalnoj razini, u 2000. godini gotovo 40% tiskanih proizvoda tiskano je u više od 10 000 primjeraka. Istraživanja pokazuju da će ovaj udio pasti na 25% u 2020. godini, a naklade više od polovice proizvoda biti će od 1 do 2000 primjeraka. Već u 2010. godini udio malih naklada bio je 8% [3]. Gledajući hrvatsko tržište, 95% aktivnih hrvatskih grafičkih tvrtki kvalificirane su kao male i stoga kvaliteta dizajna, projektiranja i izrade malih naklada ili čak pojedinačnih proizvoda na zahtjev kupaca nikada nije bila bitnija, a tiskani materijali sve se više personaliziraju i namjenjuju uskom tržišnom

segmentu [4, 5].

S fokusom na personalizaciji grafičkih proizvoda i malim nakladama, bešavna forma uveza, iako već i sada najpopularnija forma uveza na tržištu, dobiva sve veći značaj. Uvođenjem novih inovativnih materijala i tehnika u sve segmente grafičke industriji, potrebno je uskladiti niz parametara koje su u međusobnoj korelaciji te već u sam proces projektiranja uključiti sve grafičke procese, uključujući i doradu. Ukoliko je potrebno, već uhodane proizvodne procese potrebno je ponovno ispitati i analizom dobivenih rezultata omogućiti konkurentnost na tržištu, zadovoljiti visoke kriterije tehnoložnosti i osigurati optimalni odnos uloženi resursa, postignute kvalitete i konačne cijene. Ukoliko govorimo o bešavnoj formi uveza, kompatibilnost korištenih materijala i tehnološki postupak izrade najviše utječu na kvalitetu gotovog proizvoda. Kvaliteta bešavno uvezanih knjiga usko je povezana s čvrstoćom knjižnog bloka, odnosno kvalitetom lijepljenja čime se uvezne jedinice međusobno povezuju zbog površinskog prijanjanja (adhezije) i unutrašnje čvrstoće materijala (kohezije). Čvrstoća knjižnog bloka ovisi o mnogo parametara, karakteristikama korištenih materijala, opsegu te načinu izrade. Iako je i sama čvrstoća knjižnog bloka, i općenito adhezijskih spojeva neistražena tema - što se može potkrijepiti i činjenicom da do sada ne postoji verificirana i standardizirana metoda za provjeru čvrstoće, većina istraživanja ovog tipa bazira se na proučavanju korištenih materijala i njihovom odnosu unutar promatranog adhezijskog spoja.

Ovim radom želi se ispitati utjecaj načina, odnosno tehnike lijepljenja na čvrstoću knjižnog bloka. Do sada usporedba ispitivanih tehnika nije imala preveliki značaj, jer se stavljao naglasak na istraživanja vezana uz nakladničku strojnu i linijsku proizvodnju, ali smanjenjem naklada i sve većom potrebom za izradom samo nekoliko komada knjigoveškog proizvoda, tehnika lepezastog lijepljenja sve više dobiva na značenju u odnosu na tehniku mehaničke obrade hrpta karakteristične za nakladnički uvez [6, 7].

## 2. Kvaliteta bešavno uvezane knjige

Bešavni (lijepljeni) uvez je najjednostavnija, jedna od najjeftinijih, a time i najprisutnijih formi uveza. Najčešće se koristi prilikom uvezivanja proizvoda za višekratnu, a ponekada za jednokratnu i trajnu namjenu. Ukoliko govorimo o pojedinačnoj proizvodnji ili malim nakladama, uvezna jedinica je uvijek list papira. Bešavnu formu karakteriziraju dva načina lijepljenja knjižnog bloka, ukoliko je uvezna jedinica list papira, a to su: lepezasto lijepljenje (double fan binding) i lijepljenje nakon prethodne mehaničke obrade hrpta – hrapavljenja (perfect binding), najčešće uz dodatak knjigoveške gaze zbog povećanja čvrstoće takvog knjižnog bloka.

Kvaliteta bešavnog uveza očituje se u čvrstoći hrpta, kompaktnosti knjižnog bloka, lakoći otvaranja, nevidljivosti linije lijepljenja, a sama kvaliteta, kao što je veću u uvodu navedeno, ovisi o više faktora. Najveći utjecaj na kvalitetu ima odabir i kvaliteta materijala te njihova kompatibilnost (papira i ljepila). Kao preduvjet za lijepljenje, ljepilo mora imati svojstvo adhezije prema materijalu koji se lijepi, ali i dovoljnu koheziju i stabilnost među česticama ljepila da bi veza između slijepljenih materijala bila trajna i čvrsta. Koju ćemo vrstu ljepila koristiti ovisi o vrsti papira od kojeg je napravljen knjižni blok i samoj namjeni knjige. Odabrana vrsta papira također bi trebala pokazivati dobru kohezijsku čvrstoću, bilo da se radi o površinskom premazu papira ili njegovoj unutrašnjoj strukturi. Uz odabir materijala, na kvalitetu bešavnog uveza trebala bi utjecati i tehnika uvezivanja, odnosno lijepljenja i nanosa ljepila što je glavni predmet ovog istraživanja [8, 9, 10].

## 3. Materijali, tehnike, metode i uređaji

### 3.1. Korišteni materijali

Istraživanje je provedeno na 20 bešavno uvezanih knjižnih blokova gotovog formata 140 x 210 mm. Opseg svih ispitivanih uzoraka bio je 70 uveznih jedinica, odnosno 140 stranica. Kao što je prethodno navedeno, svi knjižni blokovi ručno su izrađeni, prema strogo definiranim parametrima, uvjetima i tehnikama izrade. Knjižni blokovi napravljeni su od bezdrveno nepremazanog papira (80 g/m<sup>2</sup>), a kao adheziv

prilikom lijepljenja uzoraka koristilo se hladno polivinil acetatno ljepilo, bez dodatka vode. Korišteni adheziv definiran je kao vodena disperzija vinil acetatnih homopolimera s polivinil alkoholom uz dodatak plastifikatora, koja sadrži 45% ( $\pm 2\%$ ) suhe tvari. PVAc ljepilo odabrano je zbog niza povoljnih osobina za ručni uvez knjige, a neke od njih su: elastičnost filma, otpornost na starenje, mogućnost upotrebe na sobnim temperaturama, povoljan viskozitet, ekonomičnost i ne toksičnost. Jedan od glavnih nedostataka PVAc-a je dugo vrijeme sušenja što produžuje sam proces proizvodnje [11, 12, 13, 14]. Svi knjižni blokovi izrađeni su bez tiska te nisu spajani s koricama zbog fokusa na čvrstoći samih knjižnih blokova.

### 3.2. Tehnike lijepljenja

Za razliku od prethodno navedenih parametra koji su pri izradi svih ispitivanih uzoraka knjižnih blokova bili konstanti, jedini varijabilni parametar odnosi se na glavni predmet ovog istraživanja – tehnike lijepljenja. Za ručnu izradu bešavno uvezanih knjižnih blokova potrebno je nekoliko alata: škripac, nožić, kist i preša.

Polovica potrebnih uzoraka, odnosno njih 10, izradila se lepezastim načinom lijepljenja. Pri lepezastom lijepljenju, nakon formiranja knjižnih blokova, knjižni blokovi se stavljaju u škripac kako se ne bi pomicali prilikom samog procesa lijepljenja. Slijedi savijanje knjižnog bloka u lepezu previjanjem knjižnog bloka na jednu, a zatim i na drugu stranu pri čemu se svaki puta hrbat knjižnog bloka premazuje slojem ljepila (slika 1).



Slika 1 Tehnika lepezastog lijepljenja

Preostalih 10 uzoraka izrađeno je nakon mehaničke obrade hrpta, tehnikom hrapavljenja hrpta uz dodatno ojačavanje knjižnog bloka dodatkom knjigoveške gaze. Nakon formiranja knjižnih blokova i stavljanja istih u škripac, slijedi mehanička obrada hrpta - poznatija kao hrapavljenje, koja uključuje urezivanje kosih utora nožićem s ciljem povećanja hrapavosti površine i same površine za što boljeg prihvaćanja ljepila. Nakon hrapavljenja i nanošenja ljepila, na hrbat knjižnih blokova lijepi se i knjigoveška gaza koja pridonosi čvrstoći knjižnog bloka (slika 2).



Slika 2 Tehnika lijepljenja uz prethodno hrapavljenje

Po završetku lijepljenja, svi uzorci se stavljaju pod prešu i suše 48 h. Kako bi svi knjižni blokovi bili jednaki i spremni za početak provedbe ispitivanja nakon sušenja ih je potrebno obrezati na unaprijed definirani gotovi format (140 x 210 mm) [10].

### 3.3. Metode određivanja kvalitete uveza

Trenutno jedina metoda za određivanje kvalitete bešavnog uvezanih knjiga odnosi se na page-pull testove te time igra jako veliku ulogu u procesu kontrole i provjere kvalitete navedenih grupacija knjiga. Problemi koji se javljaju prilikom provedbe takvih vrsta ispitivanja su velike varijacije između korištenih uređaja i parametara prilikom testiranja uzoraka. Do danas ne postoji standard koji bi točno definirao relevantne

uređaje i način interpretacije dobivenih rezultata, iako International Organization for Standardization (ISO) planira objavljivanje ovog standarda u prvom dijelu 2017. godine. U radnoj verziji ovog standarda (ISO 19594:2017) [15], vidljivo je da je jedna od glavnih referenci vezana upravo za preporuke FOGRA instituta broj 71.006, njihovog istraživačkog izvještaja iz 2008. godine. FOGRA preporuke poštivane su prilikom provedbe ovog istraživanja, a s obzirom na preporuke, ispitivanje čvrstoće knjižnih blokova uvijek zahtijeva više uzastopnih mjerenja. Na temelju pojedinačnih mjerenja dobiva se srednja vrijednost sile potrebne za izvlačenje pojedinih listova papira iz filma ljepila na hrptu knjižnog bloka. Minimalni preporučeni broj uzastopnih mjerenja je osam. Pored broja izvedenih uzastopnih mjerenja iz jednog knjižnog bloka na rezultat analize može utjecati i položaj ispitivanih listova unutar knjižnog bloka (početak, sredina ili kraj bloka). Također, na rezultate utječe i pozicioniranje ispitivanog uzorka s obzirom na smjer djelovanja sile kidanja te manipulacija (otvaranje i pričvršćivanje) uzorka prilikom testiranja. Brojčane vrijednosti vezane uz procjenu kvalitete ispitivanog knjižnog bloka, prema FOGRA preporuci prikazane su u tablici 1 [16].

**Tablica 1 Procjena čvrstoće knjižnog bloka prema preporuci FOGRA instituta [16]**

VRIJEDNOST SILE KIDANJA (N/cm)	PROCJENA ČVRSTOĆE
< 5,5	loša čvrstoća
5,5 – 6,5	zadovoljavajuća čvrstoća
6,5 – 7,5	dobra čvrstoća
> 7,5	vrlo dobra čvrstoća

### 3.4. Uređaj za ispitivanje čvrstoće knjižnog bloka

Za ispitivanje čvrstoće knjižnih blokova u bešavnoj formi uveza koriste se različiti uređaji koji mjere silu kidanja pojedinačnog lista iz ispitivanog knjižnog bloka. Prilikom ovog istraživanja koristio se IDM Page Pull Tester, model P0011. Ovaj uređaj mjeri vlačnu silu kidanja lista papira (N) koja je potrebna da se istrigne list papira iz lijepljenog spoja na hrptu knjižnog bloka. Kako bi se brojčano definirala čvrstoća slijepljenog spoja, potrebno je silu kidanja podijeliti s visinom knjižnog bloka (N/cm) te time omogućiti usporediti s preporučenim brojčanim vrijednostima iz tablice 1.

Na rezultate istraživanja uvelike utječu i karakteristike samog uređaja na koje najčešće nije moguće utjecati. One se prvenstveno odnose na smjer djelovanja vlačne sile kidanja, kut djelovanja i brzinu. Kod IDM Page Pull Testera vlačna sila djeluje prema gore, u odnosu na pozicioniranje uzorka, što omogućuje pouzdanije rezultate i usporedivost s drugim laboratorijima za ispitivanje [8, 15].

### 3.5. Uzorkovanje i ispitivanje uzoraka

Prije samog početka mjerenja vlačne sile kidanja pojedinačnih listova papira, na svim uzorcima potrebno je definirati položaj listova u knjižnom bloku koje ćemo ispitivati. Unutar svakog knjižnog bloka vlačne sile kidanja mjerene su na 10 različitih mjesta, odnosno pozicijama listova - na početku (1., 10., 18.), u sredini (26., 34., 37., 45.) i na kraju (53., 61., 70.) svakog knjižnog bloka. Jako je važno da se dobivene srednje vrijednosti, vezane uz mjerenja točno definiranih pozicija listova unutar knjižnog bloka promatraju odvojeno od ukupne srednje vrijednosti za svaki knjižni blok. Manipulacija uzoraka prilikom pričvršćivanja i otvaranja knjižnih blokova svedena je na minimum te su svi uzorci centrirani u odnosu na okomiti smjer djelovanja vlačne sile uređaja.

Svaki ispitivani list unutar knjižnih blokova potrebno je pričvrstiti na gornji držač page pull testera koja se giba, dok je ostatak knjižnog bloka fiksiran donjim držačem. Sila kidanje očitava se u trenutku prekida mjerenja vlačne sile što je najčešće uzrokovano lošom adhezijom između ljepila i papira i manifestira se odvajanjem ispitivanog lista od ostatka knjižnog bloka. Ipak, postoji još niz razloga za prestanak mjerenja sile, a to su: loša kohezija unutar čestica ljepila (kidanje u samom filmu ljepila), loša kohezija između premaza na papiru i samog papira (površinsko kidanje lista papira) te loša kohezija unutar papira (unutrašnje kidanje lista papira).

#### 4. Rezultati istraživanja

Rezultati istraživanja prikazani u tablicama 2 i 3 prikazuju jačinu sile potrebne za kidanje tečno definiranih listova unutar knjižnih blokova metodom statičkog ispitivanja, ovisno o korištenoj tehnici lijepljenja. Unutar tablica navedene su pojedinačne vrijednosti sile kidanja u odnosu na položaj lista u knjižnom bloku i redni broj uzorka određene tehnike lijepljenja.

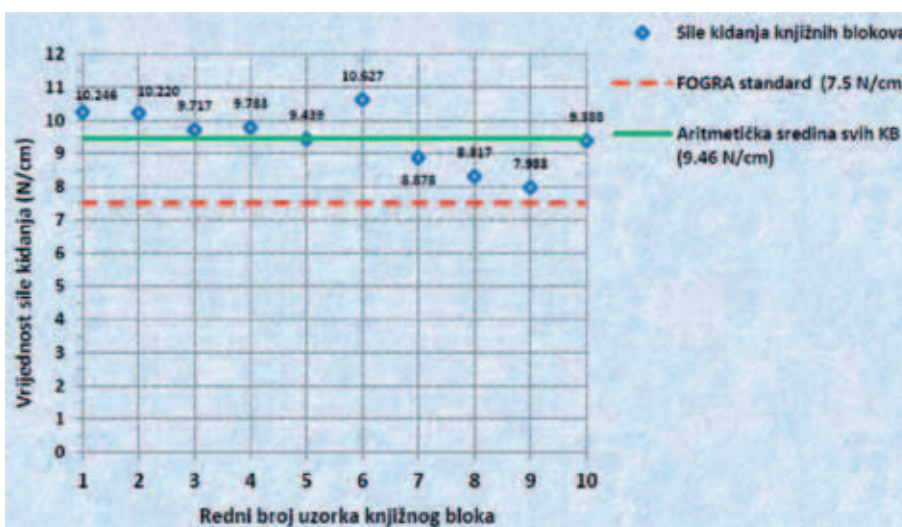
Tablica 2 Sistematizacija rezultata ispitivanja knjižnih blokova (lepezasto lijepljenje)

POLOŽAJ	BROJ UZORKA (N/cm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.	8,585	10,634	8,780	7,561	8,366	8,902	7,829	7,000	9,683	11,537	8,921	1,391
10.	10,756	10,976	10,317	11,463	10,488	10,488	11,463	5,268	6,293	8,049	9,423	2,180
18.	11,024	11,854	8,463	9,805	6,366	11,293	6,976	10,073	7,951	11,024	9,312	1,851
26.	11,244	10,756	6,927	11,537	7,073	11,415	10,927	8,561	7,878	11,707	9,642	1,890
34.	9,585	8,854	7,341	9,732	7,707	9,415	11,780	11,732	6,024	11,537	9,347	1,959
37.	11,561	8,561	11,561	5,561	10,756	10,463	11,537	11,659	7,268	9,073	9,604	2,028
45.	11,366	11,707	11,098	10,415	11,024	11,098	5,805	5,390	9,366	6,707	9,179	2,370
53.	11,561	11,585	11,390	11,463	11,537	9,737	5,293	6,024	9,195	5,171	9,044	2,640
61.	8,341	11,049	9,756	10,829	9,463	11,683	9,878	11,220	9,683	11,366	10,547	0,789
70.	8,439	6,220	11,537	9,463	11,610	11,780	7,293	6,244	6,488	7,707	8,705	2,276
	10,246	10,220	9,717	9,783	9,439	10,627	8,878	8,317	7,983	9,388	9,460	
	1,291	1,705	1,663	1,819	1,834	0,949	2,385	2,521	1,364	2,256	1,779	

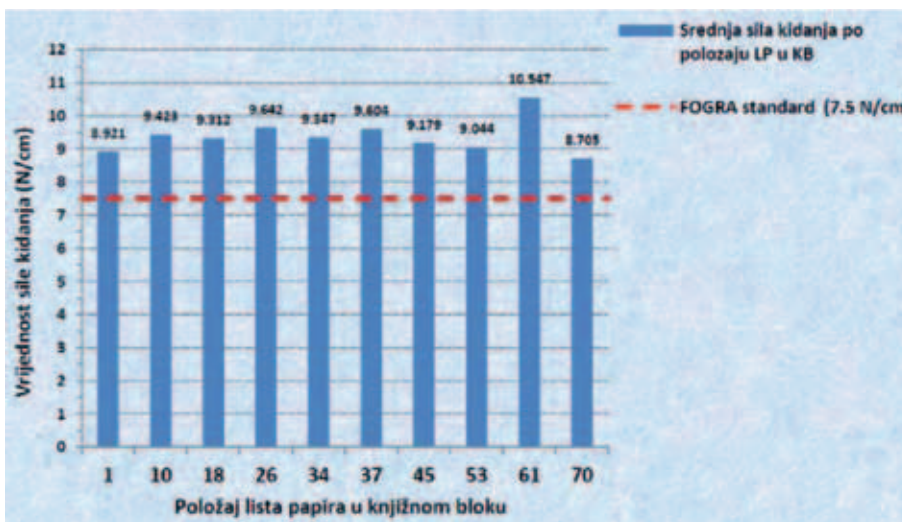
Tablica 3 Sistematizacija rezultata ispitivanja knjižnih blokova (lijepljenje nakon hrapavljenja)

POLOŽAJ	BROJ UZORKA (N/cm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.	11,854	11,610	11,024	10,122	11,634	11,171	10,780	11,463	11,317	10,951	11,193	0,479
10.	3,976	9,732	3,561	5,902	7,805	2,439	10,024	2,073	9,390	3,829	5,873	2,959
18.	3,146	5,317	10,707	5,098	8,805	8,244	8,049	5,854	9,244	7,341	7,180	2,170
26.	3,220	10,244	5,780	11,220	5,951	3,805	8,927	7,341	11,439	3,732	7,166	2,989
34.	11,463	8,439	11,634	5,878	8,732	5,439	5,488	8,122	7,220	11,341	8,376	2,317
37.	9,000	3,439	10,756	7,073	5,220	4,293	5,683	3,463	11,390	3,829	6,415	2,854
45.	6,268	8,854	6,244	3,561	11,049	11,683	10,537	4,268	7,341	9,585	7,939	2,695
53.	4,610	8,317	10,122	2,390	2,780	2,244	11,341	2,317	9,780	6,951	6,085	3,450
61.	10,195	6,512	6,683	9,390	8,073	10,854	8,683	11,293	10,146	8,854	9,068	1,553
70.	9,537	9,537	6,439	8,951	7,049	10,317	11,659	11,317	11,146	11,024	9,698	1,702
	7,327	8,200	8,295	6,959	7,710	7,049	9,117	6,751	9,841	7,744	7,899	
	3,280	2,329	2,698	2,761	2,509	3,607	2,082	3,539	1,504	2,935	2,724	

Iz rezultata dobivenih ispitivanjem 10 knjižnih blokova izrađenih tehnikom lepezastog lijepljenja (tablica 2, grafikon 1 i 2), prema preporuci FOGRA instituta (tablica 1), jasno je vidljivo da ova tehnika lijepljenja daje kvalitetne uveze s vrlo dobrom čvrstoćom knjižnog bloka (9,46 N/cm). Izračunom srednje vrijednosti za svaki ispitivani knjižni blok i srednje vrijednosti za sve točno definirane listove unutar knjižnih blokova, još jednom možemo potvrditi vrlo dobru čvrstoću knjižnih blokova nastalih tehnikom lepezastog lijepljenja te ujednačenost u nanosu ljepljiva na svim dijelovima hrpta knjižnog bloka. Vrijedi spomenuti i vrijednost ukupne standardne devijacije (1,779), kao i raspon standardnih devijacija za svaki ispitivani knjižni blok (0,949-2,521) i definirane listove unutar knjižnih blokova (0,789-2,640) koje su se pokazale kao relativno male i ujednačene.

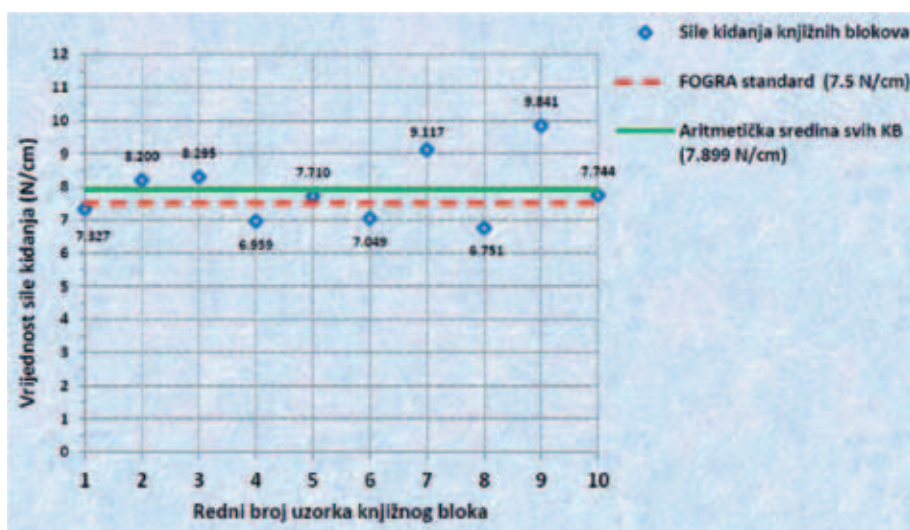


Grafikon 1 Čvrstoća ispitivanih knjižnih blokova i usporedba s FOGRA preporukom (lepezasto lijepljenje)

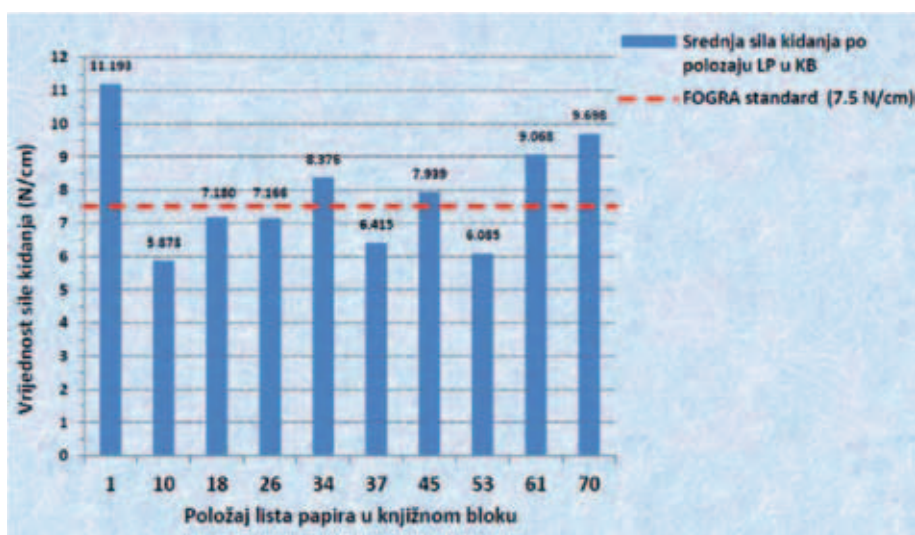


Grafikon 2 Čvrstoća ispitivanih knjižnih blokova s obzirom na položaj listova i usporedba s FOGRA preporukom (lepezasto lijepljenje)

Rezultati ispitivanja 10 knjižnih blokova izrađenih tehnikom mehaničke obrade hrpta – hrapavljanjem, uz dodatak knjigoveške gaze (tablica 3, grafikon 3 i 4), pokazali su da i ova tehnika lijepljenja daje kvalitetne uveze s vrlo dobrom čvrstoćom knjižnog bloka. Međutim, iako je ukupna srednja vrijednost svih ispitivanih uzoraka knjižnih blokova iznad preporučene vrijednosti za vrlo dobru čvrstoću knjižnog bloka (7,899 N/cm), izračunom pojedinačnih srednjih vrijednosti, za svaki ispitivani knjižni blok, vidljivo je da je 4 od 10 ispitivanih knjižnih blokova ostvarilo dobru čvrstoću knjižnog bloka, a ne vrlo dobru kako pokazuje ukupna srednja vrijednost sile kidanja. Također, srednje vrijednosti sile kidanja vezane uz položaj listova u knjižnom bloku pokazale su na 5 od 10 pozicija zadovoljavajuće ili dobre rezultate čvrstoće. Primjetno je da rubne i središnje pozicije listova unutar knjižnog bloka pokazuju veću čvrstoću, što možemo povezati s nanosnom ljepljivosti koji je prilikom ove tehnike lijepljenja neujednačen, tj. bolje prianja u središnjem dijelu knjižnog bloka i na rubovima. Kod ove grupe knjižnih blokova prisutno je i veće te neujednačenije rasipanje rezultata s većom standardnom devijacijom (2,724) te s većim rasponom standardnih devijacija za svaki ispitivani knjižni blok (1,504 – 3,607) i definirane listove unutar knjižnih blokova (0,479 – 3,450).



Grafikon 3 Čvrstoća ispitivanih knjižnih blokova i usporedba s FOGRA preporukom (lijepljenje nakon hrapavljenja)



Grafikon 4 Čvrstoća ispitivanih knjižnih blokova s obzirom na položaj listova i usporedba s FOGRA preporukom (lijepljenje nakon hrapavljenja)

### 5. Diskusija

Usporedbom rezultata dobivenih pri ispitivanju čvrstoće 20 knjižnih blokova na Page Pull Testeru izrađenih tehnikama lepezastog lijepljenja (9,460 N/cm) ili uz pomoć mehaničke obrade hrpta uz dodatak knjigoveške gaze (7,899 N/cm) jasno je vidljivo da lepezasto lijepljenje daje bolje rezultate. Iako srednje vrijednosti rezultata za obje navedene tehnike lijepljenja pokazuju vrlo dobru čvrstoću knjižnih blokova, odnosno prema FOGRAINIM smjernicama su dobili najvišu ocjenu (sila kidanja veća od 7,5 N/cm), detaljnijom analizom rezultata uočavaju se bitne razlike među tim dvjema tehnikama lijepljenja.

Sve pojedinačne srednje vrijednosti za svaki ispitivani knjižni blok kod lepezastog lijepljenja prelaze preporučanu vrijednost sile kidanja čime ih se klasificira kao vrlo dobro uvezane knjižne blokove. Međutim, kod druge tehnike lijepljenja čak četiri od deset ispitanih uzoraka rangirani su kao dobri, što znači da je sila kidanja bila manja od 7,5 N/cm. Nadalje, analizom srednjih vrijednosti za točno

definirane i ispitivane pozicije listova u knjižnom bloku (1., 10., 18., 26., 34., 37., 45., 53., 61. i 70.) samo su potvrdile prethodne konstatacije o boljoj čvrstoći knjižnih blokova izrađenih lepezastim načinom. Dok kod lepezastih uzoraka imamo očekivanu situaciju, gdje su sve vrijednosti iznad 7,5 N/cm, kod knjižnih blokova lijepljenih nakon hrapavljenja hrpta, čak pet od deset ispitivanih uzoraka rangirano je kao dobro (6,5 – 7,5 N/cm) ili čak zadovoljavajuće (5,5 – 6,5 N/cm).

Prilikom analize rezultata potrebno se osvrnuti i na standardne devijacije, odnosno koeficijent varijacije, kako bi mogli govoriti o relevantnosti i ponovljivosti ovog istraživanja (tablica 4). Očekivani koeficijent varijacije prilikom provođenja širokog spektra adhezijskih testova je velik, 20–30%. Razlog tome je veliki broj prethodno navedenih parametara koji utječe na kvalitetu adhezijskog spoja, a koje je nemoguće neutralizirati. Zbog toga je prilikom provedbe svih istraživanja broj uzoraka znatno veći, a istraživanje se mora provoditi pod strogo kontroliranim i unaprijed definiranim uvjetima rada što omogućava ponovljivost i donošenje relevantnih zaključaka. Same vrijednosti koje se dobivaju na temelju testiranja čvrstoće adhezijskih spojeva najčešće nisu brojčano usporedive među različitim laboratorijima [17, 18]. Koeficijenti varijacije, bilo da se odnosi na ukupni koeficijent (18,81%), koeficijent varijacije vezan uz pojedinačne knjižne blokove (10,03 – 26,67%) ili koeficijent vezan uz poziciju listova unutar knjižnog bloka (8,43 – 27,90 %), pokazao se kao relativno ujednačen te se nalazi unutar predviđenog postotka varijacije kod lepezastog lijepljenja. Kod lijepljenja nakon hrapavljenja, s obzirom na dobivene brojčane vrijednosti, ukupni koeficijent varijacije (34,49%), koeficijent varijacije za pojedinačne knjižne blokove (19,04 – 45,66%) i koeficijent varijacije s obzirom na poziciju listova unutar knjižnog bloka (6,06 – 43,67%), ne nalazi se unutar predviđenog postotka i time je rasipanje rezultata znatno veće.

**Tablica 4** Usporedba koeficijenata varijacije ispitivanih tehnika lijepljenja

	LEPEZASTO LIJEPLJENJE	LIJEPLJENJE NAKON HRAPAVLJENJA
<i>Ukupni koeficijent varijacije (V):</i>	18,81 %	34,49 %
<i>Raspon V za pojedinačne knjižne blokove:</i>	10,03 – 26,67 %	19,04 – 45,66 %
<i>Raspon V s obzirom na poziciju listova:</i>	8,43 – 27,90 %	6,06 – 43,67 %

## 6. Zaključak

Smanjenjem naklada knjigoveških proizvoda i sve veće potrebe za njihovom personalizacijom, u borbi za opstanak klasičnog oblika knjige, dizajneri se sve više okreću novim inovativnim materijalima i oblicima kako bi osigurali estetski i emocionalni doživljaj prilikom čitanja te time iskoristili sve tehnološke mogućnosti dostupne na današnjem tržištu. Pri tome najviše do izražaja dolaze bešavne forme uveza, koje usporedbom sa šivanim formama uveza, omogućavaju smanjenje troškova i jamče brzinu isporuke. Nadalje, proizvodnja knjiga na zahtjev (on demand) eliminira potrebu za skladištenjem i smanjuje profitabilni rizik. Zbog svega navedenog, od bešavnih formi uveza, danas se očekuje kvaliteta, trajnost i fleksibilnost. Kako bi se navedeni zahtjevi sa sigurnošću ispunili, adhezijski testovi postaju prijeko potrebni i omogućavaju testiranje kompatibilnosti korištenih materijala i tehnika izrade te time omogućavaju isporuku pojedinačni proizvoda i malih naklada uvijek iste, očekivane i tražene kvalitete.

Kvaliteta i čvrstoća bešavnog uveza ovise o mnogo faktora, a među njima i o korištenoj tehnici lijepljenja što je ovim radom i utvrđeno. Zbog velikog broja faktora koji utječu na čvrstoću uveza, odnosno kvalitetu adhezijskog spoja, još uvijek ne postoji općeprihvaćeni standard koji bi potpuno definirao uređaje, metode i način interpretacije dobivenih rezultata. Ipak, obje ispitivane tehnike pokazale su čvrstoću uveza koja je prema preporukama FOGRA instituta rangirana kao najbolja, a možemo je okarakterizirati kao vrlo dobrom čvrstoćom.

Na temelju rezultata i njihovom detaljnijom analizom, zaključujemo kako je savijanje knjižnog bloka u lepezu omogućilo prodiranje ljepila između listova papira, što nije slučaj prilikom lijepljenja knjižnih blokova uz prethodnu mehaničku obradu hrpta tj. hrapavljenje hrpta. Iako se mehaničkom obradom hrpta povećava hrapavosti i sama površina lijepljenja, ljepilo ne prodire među listove kao prilikom lepezastog lijepljenja već se nalazi na površini samog ruba lista papira tvoreći slabiju vezu zbog manje

kontaktne površine. Osim što je vrijednost sile kidanja prilikom ispitivanja uzoraka nastalih lepezastim načinom lijepljenja znatno veća u odnosu na drugu ispitivanu tehniku, lepezasti način je pokazao i znatno ujednačenije vrijednosti i bitno manje rasipanje rezultata pri analizi vrijednosti dobivenih za svaki ispitivani knjižni blok i specifične položaje listova. Time se još jednom potvrdila veća čvrstoća te skupine ispitivanih knjižnih blokova, ali i ujednačeniji nanos ljepila na svim dijelovima knjižnog bloka.

Zbog specifičnih svojstava određene vrste papira ili ljepila, prilikom kvantitativnih analiza adhezijskih spojeva, ponekad je potrebno u obzir uzeti i vizualnu metodu procjene mjesta pucanja veze slijepljenog spoja. Ipak, cilj istraživanja je bio utvrditi tehniku lijepljenja koja će sa sigurnošću uvijek dati veće i ujednačenije kvantitativne rezultate sile kidanja, odnosno preciznije definirati kvalitetu adhezijskog spoja. Stoga, u daljnjim istraživanjima adhezijskih spojeva kao ključnu metodu kvantitativne provjere adhezijskih spojeva prilikom promatranja ostalih parametara koji utječu na kvalitetu adhezije i općenito čvrstoće knjižnog bloka, svakako će u obzir biti uzeta tehnika lepezastog lijepljenja.

## 7. Reference

- [1] Dasović E., Petković G., Pasanec Preprotić S.; Oblikovanje i budućnost knjižnog uveza u svijetu e-knjige; Tehnički glasnik, ISSN: 1846-6168, Vol. 9, No. 4, p. 440-445; 2015.
- [2] Bigianti M., Lanter A.; Digital Printing Leads to Print Finishing Opportunities, The Binding Edge; Dostupno na: [www.thebindingedge.com/stories/112614/digital-printing-leads-print-finishing-opportunities.shtml#.V94vlq39z-s](http://www.thebindingedge.com/stories/112614/digital-printing-leads-print-finishing-opportunities.shtml#.V94vlq39z-s); Zadnji pristup: 02.05.2016.
- [3] Romano F.; Digital printing directions, Rochester Institute of Technology School of Print Media; Dostupno na: [http://www.canon.co.uk/about\\_us/press\\_centre/press\\_resources/white\\_papers\\_and\\_reports/insight\\_report.aspx](http://www.canon.co.uk/about_us/press_centre/press_resources/white_papers_and_reports/insight_report.aspx); Zadnji pristup: 02.05.2016.
- [4] Hrvatska gospodarska komora; Grafičko prerađivačka industrija; Dostupno na: [www.grf.unizg.hr/upravljanje-kvalitetom/](http://www.grf.unizg.hr/upravljanje-kvalitetom/); Zadnji pristup: 28.01.2017.
- [5] Republika Hrvatska, Ministarstvo gospodarstva; Industrijska strategija Republike Hrvatske 2014. – 2020.; Zagreb; 2014.
- [6] Parisi P.; On Demand Book Production with New Technologies; Collection Management, ISSN: 0146-2679, Vol. 31, No. 1-2, p. 235-247; 2007.
- [7] Freed N., Sylla C., Branco P.; Beyond the Binding: Exploring the Future Book; Proceedings of the 8th Conference on Creativity & Cognition, The High Museum of Art, Atlanta, Georgia, USA, November 3-6, ISBN: 978-1-4503-0820-5; 2011.
- [8] Pasanec Preprotić S.; Čvrstoća knjižnog bloka u ovisnosti o starenju, doktorski rad; Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2012.
- [9] Kipphan H.; Handbook of print media: technologies and production methods; Springer Verlag Berlin Heidelberg, ISBN: 3-540-67326-1, Berlin, p. 836-837; 2001.
- [10] Temper productions; Bookbinding furniture; Dostupno na: <http://temperproductions.com/index.html>; Zadnji pristup: 06.05.2016.
- [11] Bendror J.; Understanding the use of Polyvinyl Acetate (PVA) Adhesives in Bookbinding; Mekatronics Inc.; Dostupno na: [www.mekatronicsinc.com/html/documents/pva\\_history\\_terms.pdf](http://www.mekatronicsinc.com/html/documents/pva_history_terms.pdf); Zadnji pristup: 09.05.2016.
- [12] Paris J.; Adhesives for paper, board and foils; International Journal of Adhesion & Adhesives, ISSN: 0143-7496, Vol. 20, No. 2, p. 89-90; 2000.
- [13] Salvini A., Saija L.M., Finocchiaro S., Gianni G., Giannelli C., Tondi G.; A New Methodology in the Study of PVAc Based Adhesive Formulations; Journal of Applied Polymer Science, ISSN: 1097-4628, Vol. 114, No. 6, pages 3841-3854; 2009.
- [14] Šedivk P., Bomba J., Böhm M., Boška P.; Influence of Temperature on the Strength of Bonded Joints; BioResources, ISSN: 1930-2126, Vol. 10, No. 3, pages 3999-4010; 2015.
- [15] ISO 19594:2017 Graphic technology – Test method for the determination of binding strength for perfect-bound products (Page-pull test working upwards) (radna verzija)
- [16] Kuen T.; Determination of quality grades for the evaluation of perfect-bound products using different test devices; Research report 71.006, Fogra; 2008.
- [17] Bank R.B., Osterndorf J.F., Pettenger B.L., Ambrosio A.M.; Methodes for evaluating adhesive systems and adhesion; U.S. research, development and engineering center, New Jersey, Technical report ARAED-TR-95025; 1996.
- [18] Petrie E.M.; Adhesive Testing – A Necessary Cost; Dostupno na: [https://www.google.hr/?gfe\\_rd=cr&ei=UcC9V6GRJoKu8wfg2L FQ&gws\\_rd=ssl#q=http:%2F%2Fwww.omnexus4adhesives.com%2Fservices%2Farticles.aspx%3Fid%3D6529%26or%3DpMR%23 P7+Contents](https://www.google.hr/?gfe_rd=cr&ei=UcC9V6GRJoKu8wfg2L FQ&gws_rd=ssl#q=http:%2F%2Fwww.omnexus4adhesives.com%2Fservices%2Farticles.aspx%3Fid%3D6529%26or%3DpMR%23 P7+Contents); Zadnji pristup: 20.02.2017.

Korespondencija:

Gorana Petković, [gorana.petkovic@grf.hr](mailto:gorana.petkovic@grf.hr)

Grafički fakultet, Katedra za knjigoveštvo i ambalažu

Getaldićeva 2, 10 000 Zagreb

## PRIMJENA OPTIČKIH ILUZIJA U MARKETINGU

**Brigita Krog<sup>1</sup>, Krunoslav Hajdek<sup>2</sup>, Robert Geček<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Koprivnica, Trg dr. Žarka Dolinara 1, 48000 Koprivnica, Hrvatska

<sup>2</sup>Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Varaždin, 104. brigade 3, 42000 Varaždin, Hrvatska

### Sažetak

U doba sve veće konkurentnosti na tržištu oglašavanja i sve zahtjevnijih naručitelja kojima je cilj imati proizvod koji će moći što brže i uspješnije prodati, pred dizajnere se stavljaju zahtjevi za osmišljavanjem inovativnih grafičkih rješenja. U današnje vrijeme posao dizajnera nije samo umjetnički pristup prema klijentu i željenoj publici nego je i više od toga, dizajner mora razumjeti tržište i ciljanu publiku kojoj se obraća, samim time potrebno je da ima određene marketinške sposobnosti. Dizajner bi trebao znati kako prodati određeni dizajn te koji su trikovi za uspješno vođenje kampanje. S ciljem izrade proizvoda koji će zaokupiti pažnju promatrača, dizajneri u sve većem broju pribjegavaju korištenju optičkih iluzija koje karakteriziraju vizualno percipirani objekti ili slike koji se razlikuju od realnosti i stvarnog stanja, a najčešće pospješuju zanimanje kupca za proizvod. Informaciju koju oko zabilježi mozak obrađuje, ali konačna slika ne odgovara realnom stanju, drugim riječima optičke iluzije nam daju do znanja koliko su ljudska osjetila nesavršena. Osnovna svrha ovoga rada je približavanje marketinga dizajnu, ali i samim dizajnerima, a kao krajnji rezultat toga je shvaćanje optičkih iluzija i njihova namjena. Kako bi se objasnila povezanost dizajna i marketinga kroz optičke iluzije, prikazati će se svi elementi usko povezani s optičkim iluzijama te njihova primjena u marketingu.

Ključne riječi: dizajn, marketing, optičke iluzije, percepcija

## APPLICATION OF OPTICAL ILLUSIONS IN MARKETING

### Abstract

In an era of increasing competition in the advertising market and increasingly demanding customer aiming to have a product that will be able to more quickly and efficiently sell, before designers are set requirements for designing innovative graphics solutions. At the present time job of designer is not only an artistic approach to the client and the audience you want, but it is more than that, the designer must understand the market and the target audience it serves, therefore it is necessary to have some marketing skills. Designer should know how to sell a specific design and what are the tricks for successful campaigning. With the aim of making products that will catch the attention of observers, designers in a growing number of resort to the use of optical illusions that characterize visually perceived objects and images that differs from reality and the actual situation, and often enhance the interest of the customer to the product. The information that eye record brain processes, but the final image doesn't match the real situation, in other words an optical illusion let us know how the human senses are imperfect. The main purpose of this study is to make the convergence of marketing design, but designers themselves, and as an end result the perception of optical illusions and their purpose. To explain the connection between design and marketing through an optical illusion, all the elements will be shown closely related to optical illusions and their application in marketing.

Key words: design, marketing, optical illusions, perception

### 1. Uvod

Sa sve većom paletom istih ili sličnih proizvoda na tržištu, klijenti pokušavaju sa svojim proizvodima doći do ciljanih kupaca i to tako da svoj proizvod izdignu od svih ostalih na tržištu. Cilj određenog proizvoda je taj da se kod kupaca istakne, odnosno izazove određenu reakciju kojom bi ga kupac zamijetio, a samim time na kraju i kupio. U takvom krugu događanja glavnu riječ ima dizajner, koji svojom snalažljivošću i kreativnošću određeni proizvodu može dizajnirati tako da izazove željenu reakciju kod krajnjeg kupca.

Dizajneri sve više pribjegavaju korištenju određenih dizajnerski rješenja koja kod konzumenata izazivaju određene percepcijske reakcije (iluzije). Da bi dizajneri mogli pristupiti dizajniranju proizvoda na način da izazove određenu percepcijsku reakciju kod konzumenata trebali bi biti upoznati s osnovama vizualne psihofizike, kako bi mogli stvoriti određenu optičku iluziju. Optička iluzija je pogrešno tumačenje informacija i podataka koje naše oko primjećuje [1]. Postoji više objašnjenja zašto vidimo optičku iluziju, a većina ljudi smatra da iluzija ima veze s perspektivom ili načinom na koji nešto promatramo. Kako naše oko uistinu percipira? Kako dolazi do tih zbunjujućih pojava u oku gledatelja?

Aspekt koji je manje poznat je optička iluzija, gdje krećemo od povijesti kao početne problematike i na kraju dolazimo do vizualnih prikaza u današnjem modernom svijetu optičkih iluzija.

Svrha ovog rada je prikazati kako bolje razumijevanje samog dizajniranja nekog proizvoda koristeći optičke iluzije utječu na ciljanu publiku. U radu će se prikazati početak korištenja optičkih iluzija gdje se objašnjavaju povijesne činjenice, značenje optičkih iluzija samih po sebi i njihove specifikacije, djelovanje i primjena optičkih iluzija i optičke iluzije u današnjem suvremenom dizajnu i marketingu, te kolika je uspješnost i komunikacija optičkih iluzija u marketingu. Prikazati će se povezanosti dizajna i marketinga kroz optičke iluzije gdje će se objasniti funkcionalnost između optičkih iluzija, dizajna i marketinga, laganu čitljivost kroz zabavu i primamljivost prema korisnicima.

Pitanje koje se povlači na tu cijelu temu - koliko je zapravo dobrog, pozitivnog i iskrenog optičkog dizajna, a koliko komercijalnog, manipulativnog i lažnog te da li korisnici primjećuje razliku između njih?

## 2. Optičke iluzije

Optičke iluzije su vizualne percepcije slika koja se razlikuju od realnosti i stvarnog stanja. Informaciju koju oko zabilježi, mozak zatim obrađuje s time da krajnja slika ustvari ne odgovara realnom stanju. Drugim riječima optičke iluzije daju ljudskom oku do znanja koliko su naša osjetila ustvari nisu savršena, jer ih se lako može zavarati. Pojedina istraživanja ljudskih zapažanja otkrila su da je ljudski mozak sposoban ukoliko se koncentrira na određeni detalj, propustiti sve ostale neočekivane događaje ili promjene koje se događaju u neposrednoj blizini. Jedan od primjera nesavršenosti ljudskog zapažanja je kada bi u nizu postlagali reklamne panoe jedan do drugoga, sve one koje reklame koje nisu uočljive na prvi pogled, bilo veličinom reklame, bojom reklame ili oblikom reklame, naš će mozak izbrisati iz memorije, ustvari mozak će zapamtiti one reklame koje se izrazito ističu svojom veličinom, ukoliko reklama izlazi izvan određenih okvira ili ukoliko reklama ima neku upadljivu boju [2].

Optičke iluzije tumače se kao krivo percipirane pojave koje zbog svojih karakteristika djeluju nepogodno za ljudski vizualni sustav tako da ih on nije u stanju prezentirati kako bi trebao. Razlika između optičkih iluzija i optičkih varka je u tome, što optičke varke uključuju samo pojave koje se percipiraju na nižim mehanizmima percepcije dok perceptivne iluzije uključuju sve pojave koje percipiramo. Neke perceptivne varke uzrokovane su nesavršenošću naših vidnih osjetila dok su druge uzrokovane radom ljudskog mozga.

Ljudi dosta često znaju zamijeniti perceptivne iluzije i halucinacije, stoga vrlo je važno znati razliku između perceptivne iluzije u odnosu na halucinacije jer u određenim slučajevima dolazi do nerazumijevanja i krive interpretacije percipiranih podataka, a razlika je u tome što prilikom zapažanja svake perceptivne iluzije postoji određeni podražaj koji dovodi do njihovog krivog tumačenja, tako da je taj podražaj krivo percipiran dok kod viđenja halucinacija ne postoji nikakav podražaj.

### 2.1. Povijest iluzija

Prilikom prve pojave optičkih iluzija ljudi u početku nisu shvaćali ono što vide, da li se njihov mozak sa njima poigrava ili ih oči zavaravaju? Mnogi su smatrali da mogu objasniti zašto vide iluzije. Grčki filozofi bili su jedni od prvih koji su pokušali objasniti fenomen optičkih iluzija. Epikur je smatrao da 'um vidi i čuje, a sva ostala osjetila su zapravo slijepa i gluha. Pitagora je mislio da je s našim osjetilima sve u redu, on je bio uvjerenja da je okolina ta koja se neprestano mijenja. Aristotel je smatrao da su naša osjetila u redu, ali ih se lako može zavarati [3].

Talijanski slikar iz 16. stoljeća Giuseppe Arcimboldo postavio je standarde u slikanju halucinatornih portreta koji jednostavno uvrću um i tjeraju maštu do krajnjih granica. Iako njegova djela izdaleka podsjećaju na ljudske likove, a zapravo prikazuju neobično aranžirane ribe (slika 1), ilustracija zdjele s povrćem koja se preokretom za 180° percipira kao ljudsko lice (slike 2a i 2b) te ostale predmete [4].

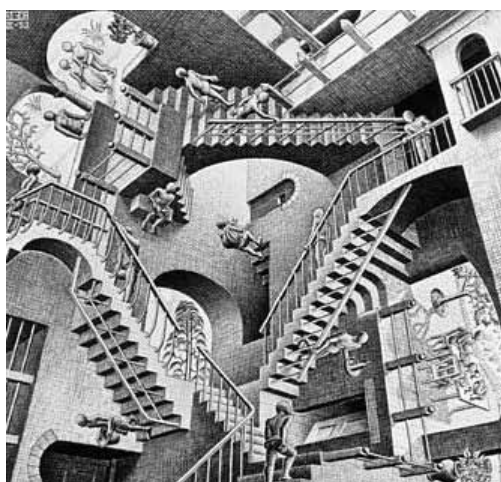


Slika 1 Giuseppe Arcimboldo "The Admiral" percepcija profila ljudskog lika izrađenog od riba



Slike 2a i 2b Giuseppe Arcimboldo "Vaso Reversibile" iskrivljena percepcija lica

Godine 1826. Njemački psiholog Johannes Peter Mueller prvi se počeo baviti optičkim iluzijama te je i napisao dvije knjige o optičkim iluzijama, od kojih je jedna prevedena na engleski pod nazivom „Elements of Physiology“ [5]. Njegov rad 1854. godine nastavio je psiholog Johann Joseph Oppel koji se bavio geometrijskih optičkim iluzijama. Od 1912. do 1950. godine u novinama i časopisima objavljena su samo 4 članka koja su obrađivala fenomen optičkih iluzija. U današnje vrijeme postoji nekoliko objašnjenja zašto vidimo optičku iluziju. Većina ljudi smatra da iluzija ima veze s perspektivom ili načinom na koji se nešto promatra, no znanstvenici su otkrili da ne gledaju svi ljudi određene stvari na isti način. Čak i ako svi u našoj okolinu vide istu stvar, to ne znači da će tu stvar svaki pojedinac jednako percipirati. Tako jedna od posljednjih teorija zašto vidimo iluzije kaže da unatoč tome što gledamo očima, mozak je taj koji koristi prošlo iskustvo kako bi interpretirao određenu sliku ili stvar [6]. Veliki umjetnici optičkih iluzija bili su Nizozemski grafičar Maurits Cornelis Escher i Španjolski slikar Salvadore Dali [7]. Na slici 3 može se vidjeti litografija M. C. Eschera koja prikazuje sliku svijeta u kojem granice gravitacije ne postoje.



Slika 3 Litografija M. C. Escher "Relativity", 1953.

### 2.1.1. Kako djeluju optičke iluzije?

Kako smo neprestano izloženi raznovrsnim podražajima, naš mozak ima težak zadatak kako najbolje prikazati te podražaje, odnosno "prevesti" ih kako bi smo najbolje razumjeli stvarnost. Mozak svoj dio zadatka u velikoj većini slučajeva odradi dobro, no kako mozak ipak nije savršen kao niti jedan organ ljudskog tijela te je stoga podložan pogrešnoj interpretaciji informacija. Postavlja se pitanje zašto mozak griješi? Razloga je mnogo, a neki od tih razloga su prethodna iskustva na koja je mozak naviknuo, želja da se vidi nešto drugo od prikazanog, određeni vanjski utjecaji, prikaz (ako se radi o optičkoj iluziji), nesavršenost ljudskog vizualnog sustava koji prima podražaj (bolest), različiti podražaji na različitim organima (oko prima jedan podražaj dok koža istovremeno prima drugi podražaj koji nije povezan s prvim pa dolazi do nerazumijevanja primljene informacije).

Mozak uvijek traži model ili uzorak, traži sličnosti s kojima bi povezo ono što mu vizualni sustav prenosi i to pomaže u slučajevima kada imamo nepotpunu sliku. Kad imamo sliku na kojoj neki predmet nije nacrtan do kraja, nego su napravljene konture određenog predmeta, mozak je u mogućnosti prepoznati oblik na slici. Mozak je u mogućnosti djeliće informacije spojiti u cijelu sliku te na taj način prepoznati oblike i objekte koji zapravo ne postoje. Ovo je ključno: mozak djeliće informacija spaja u cjelinu, te na ovaj način mozak u velikoj mjeri pomaže u svakodnevnom životu, ali ponekad je mozak zavarano slikom koja uzrokuje optičku iluziju i interpretira informacije tako da ih pokazuje na pogrešan način [8].

Oko se sastoji od više dijelova, ali je za optičke varke "najodgovornija" mrežnica koja je receptor osjeta. Mrežnica je sastavljena od čunjića koji su osjetljivi na boje te omogućavaju vid danju dok štapići osiguravaju akromatski vid i aktiviraju se po noći (slika 4). Kod vida može doći do perzistencija osjeta koji ostaje još nekoliko trenutaka nakon što smo uklonili podražaj i ta se pojava zove paslika. Recimo ako gledamo u neku žarku točku ili jako osvijetljeni lik, kada odmaknemo pogled i dalje ćemo vidjeti taj predmet ali u komplementarnoj boji. Npr. ako smo se zagledali u sunce koje je žute boje, kasnije ćemo vidjeti plavi krug [9].



Slika 4 Horizontalni presjek mrežnice

Kada bismo morali iz glave projicirati svoju viziju neke boje, vidjeli bismo da se ona ponešto razlikuje od osobe do osobe. Postoji više razloga zbog kojeg je naša percepcija boja jedinstvena. Proces percepcije boje kompleksniji je nego što se intuitivno čini, a odvija se dijelom u okolini, a dijelom u našem organizmu. Nakon što objekt bude osvjetljen, on odbija zrake (valove) svjetlosti pri čemu odbijene zrake imaju specifičnu valnu duljinu – obilježje vala koje je ključno za percepciju boje. Nakon što osoba pogleda objekt, zrake svjetla ulaze u oko kroz zjenicu te ih leća fokusira na stražnji dio oka – mrežnicu. Mrežnica sadrži dvije vrste stanica povezanih s obradom svjetlosnih valova – štapiće i čunjiće dok su štapići povezani s intenzitetom svjetla, čunjići primljene valove „kodiraju“ u električne impulse te ih putem oćnog živca šalju u mozak, najprije njegov zatiljni dio za primarnu analizu, a zatim u sekundarna i asocijativna područja [10].

### 3. Primjena optičkih iluzija

Tijekom vremena optičke iluzije pokazale su se korisnima za mnoga područja suvremenog života pa su tako pronašle svoju namjenu u umjetnosti, zabavi, marketingu, tehnologiji i matematici, a to su samo neka područja u kojima se optičke iluzije primjenjuju. Počevši od rane pa do suvremene umjetnosti, umjetnici su koristili različite boje i materijale kako bi nas naveli da vidimo svijet onako kako to oni žele. Neki od proslavljenih umjetnika koji su u svojim djelima koristili ovakve vrste optičkih iluzije su M.C Escher, Salvador Dali, Joseph Albers. U tehnologiji se u današnje vrijeme uvelike primjenjuju optičke iluzije jer nema filma koji ne koristi neku vrstu optičkih iluzija poput specijalnih 3D efekata i superimpozicije [11]. Tada se dobiva efekt iluzije npr. kada se na filmu prikazuje da osoba pada s zgrade, a ustvari ta osoba samo leži na podu ili stoji ispred zelenog zaslona. Što se tiče 3D efekata, jedno od zadnjih dostignuća koje je njihovu pomoć ostvareno jest virtualna realnost. Danas više da gotovo i nema video igre koja ne primjenjuje 3D tehniku i virtualnu realnost kako bi nas uvukla u svijet mašte i fantazije. Upotreba optičkih iluzija prilično je zabavna no neki poslovi također ovise o njima, piloti tijekom obuke koriste simulatore koji se baziraju na primjeni optičkih iluzija i virtualne realnosti u svrhu doćaravanja stvarnog svijeta u kojem će se naći kada prođu obuku [12].

Modni dizajneri primjenjuju neke od vrsta optičkih iluzija kako bi izradili odgovarajuću odjeću, oni okomite linije koriste kako bi osobe izgledale mršavije dok se vodoravne linije primjenjuju kako bi se dobio efekt veličine i širine, poznato je da i određene boje također igraju ulogu prilikom dizajna odjeće. U poslu arhitekta i dizajnera interijera također dolazi do ćestih korištenja optičkih iluzija, a sve s ciljem stvaranja percepcije većih prostorija nego što one jesu [11].

### 3.1. Optičke iluzije u dizajnu i marketingu

Što se tiče optičkih iluzija u marketingu najbolje ih je objasniti uz vizualne primjere.



Slika 5 Reklamna kampanja za Zoo vrt

Na slici 5 može se vidjeti odličan marketinški trik za reklamu Zoološkog vrta. Na prvi reko bi se da je zmija pobjegla iz zoološkog vrta i napala gradski bus, no kada se bolje pogleda slika shvaća se da nas je oko zavaralo i da je autobus iscrtan. Na slici 6 može se vidjeti kako oko vizualno percipira čovjeka koji izdiše duhanski dim, a ustvari iz ispušnog lonca autobusa izlazi dim dok reklama vozaču ili pješaku koji se nalazi iza autobusa daje savjet o prestanku konzumiranja cigareta.

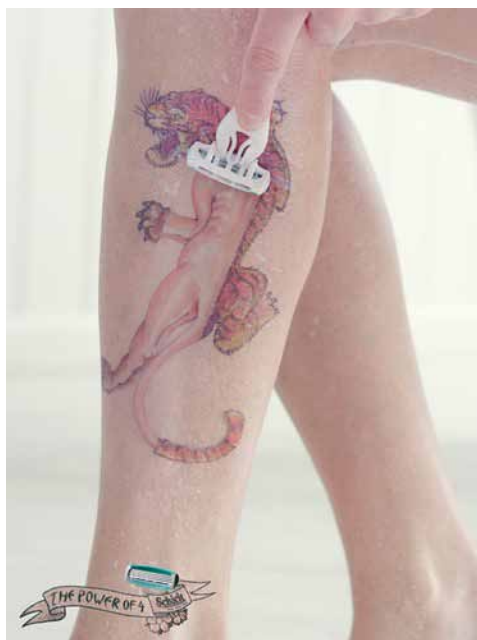


Slika 6 Reklamna kampanja za prestanak konzumiranja cigareta



Slika 7 Marketinški trik za reklamu praonica rublja

Reklama na slici 7 nalazi na samoj perilici za rublje i prikazuje ženu kao kućanicu koja provodi svoj život perući rublje. Tako se zapravo pozivaju žene, majke i radnice da ne troše vrijeme na pranje veša kod kuće već u njihovoj praonici rublja, koje su vrlo popularnije u svijetu pa tako počinju biti sve popularnije i u Hrvatskoj. Sljedeća reklama na slici 8 poziva žene na korištenje Schick britvica koje suptilno pokazuju koliko su oštre, ali i sigurne pa tako na ženinoj koži prilikom depilacije, prelazeći preko tetovaže tigra - britvice su obrijale i tigra.



Slika 8 Marketinški trik za reklamu Schick britvica

Sljedeća optička iluzija korištena je za reklamnu kampanju Garnier šampona za kosu. Iz daljine se može percipirati da muške osobe na slikama zapravo imaju jako dugačku i kvalitetnu bradu, no kada se približimo može se vidjeti da djevojke koje stoje ispred muških osoba, zapravo imaju vrlo dugačku i kvalitetnu kosu (slika 9a i 9b).



Slike 9a i 9b Reklama za Garnier šampone s tematsko povezanim plakatima



Slika 10 Marketinški trikovi na javnom mjestu

Reklama na slici 10 je smisljena tek kada se netko sjedne na stolac ispred nje. Plakat je namijenjen za promociju hip hop glazbe koju oglašivači žele predstaviti kao glazbu za sve rase. Iduća reklama koja se može vidjeti na slici 11 napravljena je na ceradi kamiona, a reklamira poznate čokoladice KitKat čiji je slogan nadaleko poznat - 'Have a break, have a KitKat' ('Uzmi pauzu - uzmi KitKat') i može se vidjeti vozača kamiona kako se odmara u vreći i jede čokoladicu KitKat.



Slika 11 Reklama za čokoladice KitKat

Jedna od vrlo poznatih i gledanih reklama u novije vrijeme je reklama za televizor tvrtke LG Ultra HD, naime postoje dvije varijante reklame. U prvoj reklamni kandidati dolaze na razgovor za posao, a iza osobe koja ih intervjuira nalazi se prozor u kojem se može vidjeti kako se meteor približava gradu i udara u njega i nakon toga se gase svijetla u sobi. Nakon gašenja svjetla kod osobe koja je došla na razgovor za posao to je izazvalo paniku misleći da je došao kraj svijeta. Nakon toga svjetla se ponovno pale, a na zidu se može vidjeti da su umjesto prozora bili postavljeni LG televizori [13].

U drugoj reklamni u dizalu na pod su postavljeni LG televizori, a kada osobe uđu u dizalo i krenu se voziti u njemu odjednom ispod njima propada pod, osobe se u panici pomiču u kutove dizala misleći kako da izbjegnu pad u okno dizala. Nakon vrlo kratkog vremena shvaćaju da se radi o optičkoj iluziji te su oduševljeni viđenim [14].

Za obje reklame su korištene optičke iluzije, a ustvari reklamiran je televizor i kako je slika na tom televizoru realna.

#### 4. Zaključak

Optičke iluzije postoje oduvijek, a kroz povijest su se razvijale u skladu sa vremenom. U prošlosti su zbunjivale, čak i zavaravale sve one koji su se s njima susretali. U današnje vrijeme optičke iluzije koriste se najviše za dočaravanje i uljepšavanje, bilo u umjetnosti, tehnologiji ili filmskoj industriji, najviše s namjerom da nas zabave i prodaju proizvod i to je zapravo pravi trik u marketingu. U smislu osmišljavanja (dizajniranja) određenog proizvoda dizajneri sve više pribjegavaju korištenju optičkih iluzija, kako bi kod potrošača proizvoda za koji stvaraju idejno rješenje izazvali traženi efekt oduševljenja prikazanim.

Kada su potrošači oduševljeni viđenim proizvodom, optičkom iluzijom koja proizvod i reklamira, oni će prepričavati viđeno i samim time reklamirati će proizvod i time stvarati potencijalno nove potrošače. Optičke iluzije sve se više koriste u marketinške svrhe kako bi zabavile potrošača kojem se obraćaju s krajnjim ciljem da taj potrošač proizvod i kupi. Naime svi mi volimo vidjeti zanimljivu reklamu koja se koristi za neki proizvod pa ako nam se viđeno i sviđa, velika je vjerojatnost da ćemo taj reklamirani proizvod kupiti, nego da ćemo odabrati isti proizvod koje ne koristi u svom oglašavanju optičku iluziju. Zna se da je marketing taj koji proizvod prodaje, ukoliko je uspješan i proizvod će biti uspješan, a u tom dijelu dolaze do izražaja dizajneri koji trebaju stvoriti dizajn koji će njihov proizvod odmaknuti od svih ostalih i to mogu postići koristeći optičke iluzije. Marketing je povezan više nego ikada sa dizajnom, a još se bolje prodaje uz korištenje optičkih iluzija.

## 5. Reference

- [1] Iluzija., Dostupno na <http://proleksis.lzmk.hr/27734/> [Pristupljeno 10.01.2017.]
- [2] Print magazin, br. 10, 2012., Dostupno na <http://www.print-magazin.eu/> [Pristupljeno 02.02.2017.]
- [3] Optičke iluzije., Dostupno na <http://optickeiluzije.page.tl/Definicija-iluzije.htm> [Pristupljeno 15.01.2017.]
- [4] Giuseppe A., Dostupno na <http://www.giuseppe-arcimboldo.org/> [Pristupljeno 10.02.2017.]
- [5] Muller. J. P., Dostupno na [https://en.wikipedia.org/wiki/Johannes\\_Peter\\_Muller](https://en.wikipedia.org/wiki/Johannes_Peter_Muller) [Pristupljeno 22.01.2017.]
- [6] Valić M., Opažanje boja, oblika, dubine i kretanja i ustrojstvo asocijacijskih vidnih polja moždane kore, Dostupno na [http://neuron.mefst.hr/docs/katedre/neuroznanost/katedra\\_neuroznanost/medicina/nastavni\\_materijali\\_maja/S13](http://neuron.mefst.hr/docs/katedre/neuroznanost/katedra_neuroznanost/medicina/nastavni_materijali_maja/S13) [Pristupljeno 15.01.2017.]
- [7] A. Seckel, Masters of Deception: Escher, Dalí & the Artists of Optical Illusion, Sterling, New York, 2007.
- [8] Upotreba optičkih iluzija., Dostupno na <http://www.instantshift.com/2012/12/21/optical-illusions-in-design/> [Pristupljeno 19.01.2017.]
- [9] Optičke iluzije., Dostupno na <http://www.medikus.hr/medicina/1299-opticke-iluzije.pdf> [Pristupljeno 18.01.2017.]
- [10] Fotoreceptori., Dostupno na <http://www.medicinski-leksikon.info/znacenje/fotoreceptori.html> [Pristupljeno 22.01.2017.]
- [11] Kolarek I., Milković M., Kosić T., Dizajn i vizualni efekti koji induciraju iluziju kretanja, Tehnički glasnik vol. 5, 2(2011), 80-88
- [12] A. Seckel: The Ultimate Book of Optical Illusions, Sterling, New York, 2006.
- [13] <https://www.youtube.com/watch?v=4xQb9Kl-03E> [Pristupljeno 07.02.2017.]
- [14] <https://www.youtube.com/watch?v=NeXMxuNNIE8> [Pristupljeno 07.02.2017.]

KONTAKT: khajdek@unin.hr

## STAVOVI STUDENATA O VAŽNOSTI PRIMJENE E-UČENJA I MULTIMEDIJSKIH TEHNOLOGIJA U NASTAVI ENGLESKOGA JEZIKA KAO JEZIKA STRUKE

Ivana Jurković, Tatjana Badrov, Ivan Sekovanić

Visoka tehnička škola u Bjelovaru

### Sažetak

Većina studijskih programa na visokoškolskim ustanovama u Republici Hrvatskoj uključuje kolegije iz stranih jezika, a poglavito iz engleskoga jezika koji se u današnje vrijeme koristi kao sredstvo sporazumijevanja na globalnoj razini. Na stručnim studijima nastava engleskoga jezika uglavnom je orijentirana na engleski jezik kao jezik pojedine struke te je uz komunikacijske vještine (čitanje, pisanje, govor i slušanje) i gramatiku usmjerena i na usvajanje stručnog nazivlja. Kako bi nastava, a posebno usvajanje terminologije bilo što učinkovitije i zanimljivije, nastavnicima danas na raspolaganju stoje multimedijske tehnologije i sustavi e-učenja bez kojih je moderan rad u nastavi postao gotovo nezamisliv. Cilj ovoga rada je utvrditi stavove studenata o važnosti korištenja multimedijskih tehnologija i e-učenja u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke. Istraživanje je provedeno među studentima stručnih studija Sestrinstvo i Mehatronika Visoke tehničke škole u Bjelovaru, a u tu svrhu izrađen je upitnik koji sadrži dva dijela. U prvom dijelu nalaze se opći podaci o ispitanicima, a u drugom dijelu petnaest tvrdnji o važnosti primjene multimedijskih tehnologija i e-učenja u nastavi engleskoga kao jezika struke. Prikupljeni podaci analizirani su metodama deskriptivne statistike te je provedena komparativna analiza između studenata Mehatronike i studenata Sestrinstva.

Gljučne riječi: engleski kao jezik struke, e-učenje, komunikacija, multimedija, stavovi studenata

## STUDENTS' ATTITUDES ABOUT THE IMPORTANCE OF APPLYING E-LEARNING AND MULTIMEDIA TECHNOLOGIES IN LEARNING ENGLISH FOR SPECIFIC PURPOSES

### Abstract

The majority of study programmes at higher education institutions in the Republic of Croatia involve courses in foreign languages with a special emphasis on English that is nowadays used as a global means of communication. Professional study programmes usually involve English courses that are oriented towards English for Special Purposes (ESP), so learning and acquiring communication skills (reading, writing, speaking and listening) and grammar are accompanied by learning professional terminology. In order for classes to be as efficient and interesting as possible, teachers may apply multimedia technologies and e-learning systems that have become an essential element of modern classrooms. The objective of this paper is to determine students' attitudes about the importance of applying multimedia technologies and e-learning in ESP classes. The research was conducted among students of professional study programmes of Mechatronics and Nursing of the Technical College in Bjelovar. For this purpose a questionnaire consisting of two parts was created. The first part includes general information about subjects, while the second part contains fifteen statements about the importance of applying multimedia technologies and e-learning in ESP classes. The data were analysed using descriptive statistics and a comparative analysis was carried out between students of Mechatronics and Nursing.

Keywords: English for Special Purposes, e-learning, communication, multimedia, students' attitudes

### 1. Uvod

Kurikulumi većine stručnih studija u Republici Hrvatskoj sadrže predmete iz stranih jezika, a njihov cilj prvenstveno je usmjeren na ishode učenja koji su vezani za opće kompetencije završenih studenata.

Primjerice, jedna od izlaznih kompetencija na Stručnom studiju Sestrinstvo Visoke tehničke škole u Bjelovaru je „primijeniti adekvatnu komunikaciju sa štíćenicima, obiteljima, članovima tima i drugima na hrvatskom i stranom jeziku“ [1]. Najzastupljeniji strani jezik na stručnim studijima u Republici Hrvatskoj je engleski jezik, što je direktno povezano s činjenicom da je engleski jezik u današnje vrijeme postao lingua franca te se stručno-znanstveni diskurs sve češće odvija upravo na engleskome jeziku. Iz toga je razloga neophodno da su studenti osposobljeni o temama iz vlastite struke raspravljati i na hrvatskome i na stranim jezicima, a posebno na engleskome jeziku. Ta je činjenica uvjetovala popularizaciju podučavanja engleskoga jezika kao jezika struke. Kako navode Kordić i Papa, podučavanje stranoga jezika kao jezika struke razlikuje se od podučavanja općega jezika jer je ono pragmatički usmjereno te treba ispuniti potrebe studenata koje su uvjetovane zahtjevima tržišta rada [2]. Engleski jezik kao jezik struke može se definirati na način da se istakne njegova prvenstvena orijentacija, a to je orijentacija na gramatiku, stručni vokabular, registar, žanrove i diskurs koji su usmjereni na ispunjavanje potreba onih koji ga uče [3]. S obzirom na višeslojnost sadržaja kojega studenti prilikom učenja engleskoga kao jezika struke trebaju usvojiti, postavlja se pitanje na koji je način potrebno strukturirati nastavu te koje nastavne metode pritom mogu biti od pomoći kako bi se osigurala maksimalna usvojenost nastavnih sadržaja. U današnje je vrijeme odgovor na to pitanje zasigurno lakše pronaći nego u prijašnjim razdobljima budući da je razvoj informacijskih i komunikacijskih tehnologija sa sobom donio široku paletu multimedijских tehnologija čija implementacija znatno doprinosi obogaćivanju nastavnih metoda. Moderna nastava engleskoga jezika kao jezika struke postala je gotovo nezamisliva bez korištenja multimedijских tehnologija i sustava e-učenja, koji ako se pravilno koriste mogu imati višestruku korist za studente. Glavni motiv ovoga istraživanja usmjeren je na pitanje dijele li studenti stručnih studija pozitivan stav prema multimedijским tehnologijama i e-učenju te postoje li razlike između studenata tehničkih i biomedicinskih struka te redovnih i izvanrednih studenata.

## 2. Multimedijске tehnologije i e-učenje

Termin multimedija označava korištenje računala za prezentiranje teksta, grafike, video snimaka, animacije i zvuka na integrirani način [4]. Navedene komponente na različite načine doprinose postizanju ishoda učenja, a njihovi pozitivni efekti između ostaloga uključuju privlačenje pozornosti polaznika, veću razinu interesa i motivacije, mogućnost lakšeg pojašnjavanja kompleksnih koncepata, potpunije razumijevanje sadržaja, bolje pamćenje sadržaja te mogućnost primjene znanja u novim situacijama [5].

Razvojem moderne informacijsko-komunikacijske infrastrukture, javila se mogućnost za poboljšanje procesa izvođenja nastave i komunikacije s učenicima na svim razinama obrazovanja. E-učenje (engl. e-learning) širok je pojam koji služi kao zajednički nazivnik za svaku primjenu informacijsko-komunikacijskih tehnologija u obrazovanju [6]. Informacijsko-komunikacijske tehnologije na koje se pozivamo pri spomenu e-učenja uključuju širok raspon sustava i programskih alata namijenjenih modernizaciji izvođenja nastave i uklanjanju komunikacijske barijere između nastavnika i studenata.

Drugim riječima, to su one tehnologije koje nam omogućuju manipulaciju i obradu informacija [7]. Sustavi takve namjene poznati su pod akronimima LMS (engl. Learning management system), odnosno VLE (engl. Virtual learning environment). Pojam VLE češće se koristi u Europi i Aziji, dok su u Sjevernoj Americi, ali i u Hrvatskoj, sustavi za e-učenje poznatiji pod terminom LMS.

Najpoznatiji i najkorišteniji LMS sustav na svijetu prema podacima iz kolovoza 2016. godine je „Moodle“. Procijenjen broj korisnika tog sustava iznosi otprilike 90 milijuna [8], što može zahvaliti aktivnoj i rasprostranjenoj zajednici koja ga održava i koristi, velikoj mogućnosti prilagodbe raznim zadacima i činjenici da je besplatan za korištenje pod uvjetima GPL licence. Također je u brojnim varijantama korišten u hrvatskom obrazovnom sustavu i na više ustanova koje su uključene u visoko obrazovanje. Najrasprostranjenija varijanta sustava za visoko obrazovanje „Moodle“ u Republici Hrvatskoj nazvana je „Merlin“ i održava se na poslužiteljima Sveučilišnog računskog centra u Zagrebu.

### 2.1. Implementacija sustava „Merlin“ na Visokoj tehničkoj školi u Bjelovaru

Visoka tehnička škola u Bjelovaru koristi „Merlin“ kao glavni i jedini LMS sustav. Osim svjetske rasprostranjenosti navedenog sustava, razlog za odabir bio je nepostojanje potrebe za poslužiteljskom

infrastrukturuom, integracija AAI@EduHr sustava za autentikaciju i autorizaciju te na kraju ključna prednost „Merlin“ sustava, a to je mogućnost uspostavljanja veze i razmjene podataka s ISVU sustavom. „Merlin“ pristupa ISVU sustavu preko ISVU REST programskog sučelja. ISVU sustav „Merlin“-u pruža informacije o kolegijima koji se izvode na visokom učilištu i o korisnicima koji trebaju biti upisani na kolegij. Na taj način se drastično olakšava administracija kolegija i korisnika u sustavu za e-učenje. E-kolegiji se otvaraju jednostavnim odabirom s popisa preuzetog iz ISVU sustava, dok se korisnici na e-kolegij automatizmom jednom dnevno upisuju ili ispisuju, ovisno o trenutnom stanju u ISVU sustavu. Sustav za e-učenje tako postaje trivijalan za održavanje, dok istovremeno donosi sve prednosti „Moodle“ okruženja. Ovisno o količini truda koju nastavnik uloži u e-kolegij, studentima su dostupni dokumenti koji sadrže predavanja, vježbe, zadatke te razne multimedijalne materijale. Postoji mogućnost dvosmjerne razmjene dokumenata između predavača i studenata te nekoliko oblika kvizova s bazama pitanja za neobavezno vježbanje ili ocjenjivanje znanja studenata.

Sve navedene usluge objedinjene u jedan sustav olakšavaju snalaženje studenata dajući im pregled svih izvora znanja koji se nude na kolegiju i pružaju jedinstveno mjesto za komunikaciju sa svim sudionicima kolegija. Spomenute prednosti bile su dovoljan razlog da Visoka tehnička škola u Bjelovaru počne koristiti sustav „Merlin“ od akademske godine 2014./2015. Preduvjet za uvođenje bio je da svi studenti i nastavnici posjeduju AAI@EduHr korisnički račun za pristup sustavu. Taj preduvjet je ostvaren tijekom 2014. godine, nakon uspostavljanja operativne veze između AAI@EduHr LDAP imenika i ISVU sustava. Održavanje LDAP imenika kroz ISVU sustav pruža mogućnost automatiziranog stvaranja i dodjele AAI@EduHr korisničkog računa studentu pri upisu na visoko učilište. Tako student samim upisom u ISVU sustav visokog učilišta automatizmom dobiva pristup sustavu „Merlin“.

Tijekom akademske godine 2014./2015., prve godine korištenja, otvoreno je 14 e-kolegija na „Merlin“-u što iznosi oko 12% tadašnjih ukupnih kolegija. Druge godine otvoreno je 16 e-kolegija povisujući taj postotak na oko 14%. U aktualnoj akademskoj godini ostvaren je snažan skok u korištenju sustava „Merlin“. Otvoreno je 60 e-kolegija što čini gotovo 50% ukupnih kolegija na Visokoj tehničkoj školi u Bjelovaru. To je posljedica navikavanja nastavnika i studenata na koncept e-učenja kroz „Merlin“ te uspostave veze s ISVU sustavom prethodne godine, što je olakšalo otvaranje e-kolegija. Idućih godina očekuje se dodatno povećanje broja e-kolegija na sustavu za e-učenje te povećanje kvalitete materijala i dodatnih sadržaja na e-kolegijima i na kraju razvoj samog sustava za e-učenje od kojeg se očekuje da postane još bogatiji mogućnostima i istovremeno postigne dodatan napredak u intuitivnosti i jednostavnosti korištenja, pogotovo iz perspektive kreatora sadržaja koji nisu bliski modernim informacijsko-komunikacijskim tehnologijama. Osim sustava „Merlin“ za očekivati je veće korištenje besplatnih alata ponuđenih kroz sustave „Office 365“ i „Google Docs for Education“ koji se neprestano razvijaju i napreduju.

### 3. Cilj, ispitanici, metode

Glavni cilj istraživanja bio je utvrditi stavove studenata preddiplomskih stručnih studija Mehatronika i Sestrinstvo o važnosti primjene multimedijalnih tehnologija i e-učenja u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke. Istraživanje je provedeno između 1. ožujka 2017. i 4. ožujka 2017. godine među studentima sve tri studijske godine oba stručna studija. Uzorak je određen slučajnim odabirom, a anketu je ispunilo ukupno 275 studenata. Od ukupnog broja ispitanika, 67 % čine studentice, a 33 % studenti. Većina ispitanika (45 %) su studenti 1. godine studija, 35 % studenti 2. godine, a 24 % studenti 3. godine. Raspodjela studenata prema statusu je jednolika, jer pola ispitanika studira u statusu redovnih, a pola u statusu izvanrednih studenata. Vezano za studijski program, 79 % ispitanika su studenti stručnog studija Sestrinstvo, a 21 % studenti stručnog studija Mehatronika.

U svrhu istraživanja izrađen je upitnik koji uz opća pitanja o ispitaniku (spol, studij, godina studija, status studenta i starost) obuhvaća 15 tvrdnji o važnosti multimedijalnih tehnologija i e-učenja u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke. Uz svaku tvrdnju nalazi se Likertova skala od 1 do 5, pri čemu je u upiti za ispunjavanje upitnika navedeno da 1 znači „Uopće se ne slažem“, 2 znači „Uglavnom se ne slažem.“, 3 znači „Niti se slažem, niti se ne slažem.“, 4 znači „Uglavnom se slažem.“, a 5 znači „U

potpunosti se slažem." Označavanjem jednog od navedenih brojeva na skali studenti su izrazili svoju razinu slaganja ili neslaganja s navedenim tvrdnjama.

Rezultati istraživanja obrađeni su korištenjem metoda deskriptivne statistike te je izrađena komparativna analiza između studenata Mehatronike i studenata Sestrinstva te između redovnih i izvanrednih studenata vezano za stav o posljednjoj tvrdnji: „Općenito je važna primjena e-učenja i multimedijских tehnologija u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke“. U tom smislu postavljene su dvije hipoteze: Hipoteza 1: Postoji razlika u stavovima studenata Mehatronike i studenata Sestrinstva prema značaju multimedijских tehnologija i e-učenja u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke.

Hipoteza 2: Postoji razlika u stavovima redovnih i izvanrednih studenata prema značaju multimedijских tehnologija i e-učenja u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke.

Obje hipoteze testirane su pomoću t-testa uz signifikantnost testa od 5 %.

#### 4. Rezultati

Tri su tvrdnje u upitniku vezane za korištenje udžbenika i dostupnost nastavnih materijala objavljenih na mrežnim stranicama, a svrha ispitivanja stavova o tim tvrdnjama bila je utvrditi stav studenata o važnosti tradicionalnih nastavnih pomagala. Tablica 1 prikazuje prosječnu ocjenu stavova studenata vezano za dotične tri tvrdnje.

**Tablica 1. Prosječna ocjena stavova studenata o važnosti primjene udžbenika i nastavnih materijala**

Tvrdnja	Prosječna ocjena
1. Važno je da postoji udžbenik kao osnovna literatura koja prati nastavni sadržaj.	4,47
2. Važno je da postoje nastavni materijali koji prate nastavni sadržaj, a dostupni su na mrežnim stranicama.	4,77
3. Važnije je da postoji udžbenik kao osnovna literatura od toga da postoje nastavni materijali dostupni na mrežnim stranicama.	3,8

Iz rezultata vidljivo je da studenti visoko vrednuju važnost korištenja tradicionalnih nastavnih pomagala, udžbenika i nastavnih materijala dostupnih na mrežnim stranicama, pri čemu dostupnost nastavnih materijala smatraju značajnijim od primjene udžbenika.

Ukupno pet tvrdnji odnosi se na važnost primjene sustava za e-učenje (npr. Merlin) u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke. Rezultati su prikazani u Tablici 2.

**Tablica 2. Prosječna ocjena stavova studenata o važnosti primjene sustava za e-učenje**

Tvrdnja	Prosječna ocjena
4. Važno je da je sadržaj predmeta dostupan u sustavu za e-učenje (npr. Merlin).	4,26
5. Važno je da sustav za e-učenje (npr. Merlin) sadrži zadatke koji se koriste za uvježbavanje stručne terminologije.	4,24
6. Važno je da sustav za e-učenje (npr. Merlin) sadrži zadatke koji se koriste za uvježbavanje gramatike.	4,21
7. Važno je da sustav za e-učenje (npr. Merlin) sadrži zadatke koji se koriste za uvježbavanje vještine pisanja.	4,08
8. Važno je da sustav za e-učenje (npr. Merlin) sadrži zadatke koji se koriste za uvježbavanje vještine čitanja.	3,98

Rezultati pokazuju da studenti imaju pozitivan stav prema korištenju sustava e-učenja. Vezano za

dostupnost sadržaja prema elementima učenja engleskoga jezika kao jezika struke, studenti smatraju da je važnije da sustav e-učenja sadrži zadatke koji se koriste za uvježbavanje stručne terminologije i gramatike od toga da sadrži zadatke koji se koriste za uvježbavanje vještine pisanja i čitanja.

Stavovi studenata o važnosti primjene multimedijских tehnologija ispitani su pomoću šest tvrdnji. Rezultati su prikazani u Tablici 3.

**Tablica 3. Prosječna ocjena stavova studenata o važnosti primjene multimedijских tehnologija u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke**

<b>Tvrdnja</b>	<b>Prosječna ocjena</b>
9. Važno je da je izlaganje nastavnoga sadržaja popraćeno PowerPoint prezentacijom.	4,01
10. Važno je da je izlaganje nastavnoga sadržaja popraćeno audio snimkama za uvježbavanje vještine slušanja.	3,71
11. Važno je da je izlaganje nastavnoga sadržaja popraćeno video snimkama za uvježbavanje vještine slušanja.	3,47
12. Važna je uporaba kamere za uvježbavanje govornih i prezentacijskih vještina na engleskome jeziku.	2,69
13. Važno je u grupnom radu na nastavi omogućiti korištenje pametnih telefona ili tableta za prikupljanje dodatnih informacija na internetu povezanih sa zadatkom.	3,71
14. Važno je omogućiti komunikaciju s nastavnikom na engleskom jeziku putem Skype-a.	2,72

Rezultati pokazuju da studenti imaju pozitivan stav prema korištenju PowerPoint prezentacija u nastavi. Prema korištenju audio i video snimaka, kamere, pametnih telefona ili tableta te komunikaciji s nastavnikom putem Skype-a studenti su izrazili neutralan do srednje pozitivan stav. Pritom su prosječno najnegativniji stav izrazili prema uporabi kamere za uvježbavanje govornih i prezentacijskih vještina na engleskom jeziku i omogućavanju komunikacije s nastavnikom na engleskom jeziku putem Skype-a.

Posljednja tvrdnja glasila je: „Općenito je važna primjena e-učenja i multimedijских tehnologija u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke.“ Prosječna ocjena iznosi 4,12. Većina studenata ovu je tvrdnju označila ocjenom 5 (42,55 %) i ocjenom 4 (33,45 %) te se može zaključiti da studenti imaju pozitivan stav prema primjeni e-učenja i multimedijских tehnologija u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke.

Vežano za dotičnu tvrdnju proveden je t-test u svrhu utvrđivanja razlika u stavovima između studenata Mehatronike i studenata Sestrinstva te između redovnih i izvanrednih studenata. U tu svrhu postavili smo dvije nul-hipoteze. Rezultati t-testa prikazani su u Tablici 4 i Tablici 5 te niže u tekstu.

Nul-hipoteza 1: Nema statistički značajne razlike u stavovima studenata Mehatronike i Sestrinstva prema značaju multimedijских tehnologija i e-učenja u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke.

**Tablica 4. Stav studenata prema važnosti primjene e-učenja i multimedije**

	<b>Mehatronika</b>	<b>Sestrinstvo</b>
N	58	217
Aritmetička sredina	3.98	4.15
Standardna devijacija	0,89	0,93

Signifikantnost testa: 5 %

Razlika između aritmetičkih sredina: -0,17

t = -1.19467

p = . 116626 (>0,05)

Iz rezultata t-testa vidljivo je da je nul-hipoteza potvrđena te se može zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika između stavova studenata Mehatronike i studenata Sestrinstva prema značaju multimedijских tehnologija i e-učenja u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke.

Nul-hipoteza 2: Nema statistički značajne razlike u stavovima redovnih i izvanrednih studenata prema značaju multimedijских tehnologija i e-učenja u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke.

**Tablica 5. Stav studenata prema važnosti primjene e-učenja i multimedije**

	<b>Redovni</b>	<b>Izvanredni</b>
N	137	138
Aritmetička sredina	4,08	4,15
Standardna devijacija	0,81	1,04

Signifikantnost testa: 5 %

Razlika između aritmetičkih sredina: -0,07

$t = -0.62044$

$p = .267742 (>0,05)$

Rezultati t-testa pokazuju da ne postoji statistički značajna razlika između stavova redovnih i izvanrednih studenata prema značaju multimedijских tehnologija i e-učenja u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke.

## 5. Rasprava

Većina istraživanja o stavovima studenata o važnosti pojedinih kompetencija na stranome jeziku [9], [10], [11] ukazuje na to da studenti smatraju da su govorne kompetencije najvažnije u učenju stranih jezika. Usporedivši navedeno s rezultatima ovoga istraživanja, može se utvrditi da postoji diskrepancija između visokog vrednovanja važnosti govornih kompetencija i relativno niskog vrednovanja važnosti korištenja multimedijских tehnologija usmjerenih prema usavršavanju upravo tih vještina (korištenje kamere, komunikacija s nastavnikom na engleskom jeziku putem Skype-a), što zasigurno predstavlja temelj za daljnja istraživanja.

## 6. Zaključak

Iz rezultata ovoga istraživanja može se zaključiti da studenti preddiplomskih stručnih studija iz područja tehničkih i biomedicinskih znanosti dijele pozitivan stav prema korištenju multimedijских tehnologija i e-učenja u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke. Međutim, studenti i dalje izrazito visoko vrednuju važnost korištenja konvencionalnih nastavnih metoda koje uključuju korištenje udžbenika i nastavnih materijala. Studenti pozitivno vrednuju implementaciju sustava za e-učenje Merlin, dok su istovremeno manje naklonjeni korištenju kamere u nastavi i komunikaciji s nastavnikom na engleskome jeziku putem Skype-a. Stavovi studenata Mehatronike i studenata Sestrinstva, te redovnih i izvanrednih studenata statistički se ne razlikuju vezano za važnost primjene multimedijских tehnologija i sustava e-učenja u nastavi engleskoga jezika kao jezika struke. Primijećena je diskrepancija između stavova studenata o važnosti govornih kompetencija na stranome jeziku i nesklonosti studenata prema korištenju nastavnih metoda i pomagala usmjerenih prema usavršavanju dotičnih kompetencija, što predstavlja osnovu za daljnju raspravu i istraživanja.

## 7. Reference

- [1] Studijski program preddiplomskog Stručnog studij sestrinstva, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, 2014
- [2] Kordić, Lj.; Papa, D.: Suradnja među katedrama u svrhu podizanja kvalitete nastave stranih jezika struke – komparativni pristup, Pravni vjesnik, Vol. 30, No. 1 (2014), 73-88
- [3] Dudley Evans, T.; St John, M.J.: Developments in ESP: A Multidisciplinary Approach, Cambridge University Press, Cambridge, 1998
- [4] Zhang, Z.: The Use of Multimedia in English Teaching, US-China Foreign Language, Vol. 14, No. 3 (2016), 182-189
- [5] Matasić, I.; Dumić, S.: Multimedijske tehnologije u obrazovanju, Medijska istraživanja, Vol. 18, No. 1 (2012), 143-151
- [6] Vuksanović, I.: Mogućnosti za e-učenje u hrvatskom obrazovnom sustavu, Napredak, Zagreb, 2009
- [7] Dukić D.; Mađarić S.: Online učenje u hrvatskom visokom obrazovanju, Tehnički glasnik, Vol. 6, No. 1 (2012), 69-72
- [8] <http://www.capterra.com/learning-management-system-software/?utf8=%E2%9C%93&v=7#infographic>; 10.3.2017.
- [9] Miščančuk, M.: Svjesnost studenata o važnosti učenja engleskog jezika za njihovo buduće zanimanje, Zbornik Međimurskog veleučilišta u Čakovcu, Vol. 1, No. 1 (2010), 41-47
- [10] Jelovčić, I.: Strani jezik struke – Analiza stavova studenata, Metodika 20, Vol. 11, No. 1 (2010), 44-55
- [11] Jurković, I.: Initial Attitudes of Mechatronics Students toward Learning English for Specific Purposes, Tehnički Glasnik, Vol. 10, No. 1-2 (2016), 9-12

## REVIZIJA E-UPRAVE

**Ida Panev, Dijana Liverić, Juraj Vrzan**

Veleučilište u Rijeci

[ipanev, dliveric, jvrzan1]@veleri.hr

### Sažetak

Tri su područja u poslovanju svakog sustava izuzetno važna. To su kvaliteta, kontrola i revizija. Aktivnosti u tim područjima su međusobno vezane i uvjetovane. Životni vijek sustava određuje kvaliteta poslovanja, u najvećoj mjeri. Istovremeno kvaliteta zahtjeva stalnu kontrolu te posljedično reviziju i eventualne korekcije. Aktivnosti imaju svojstva ciklusa koji se po potrebi ponavljaju. Kad su u svemu tome značajnije primijenjene informacijsko komunikacijske tehnologije, spomenute aktivnosti dobivaju drugačiju kvalitetu. Uvriježeno se počinju koristiti e-datosti. Danas se i pojedine države počinju deklarirati kao e-države, naglašavajući da su u prvom redu građani po svojim potrebama u mogućnosti biti e-građani.

Prvi dio rada bavi se definiranjem razlike između e-uprave i e-administracije, objašnjavanjem oba pojma, implementacijom rješenja e-administracije i e-uprave, razlozima korištenja e-uprave i e-administracije te prednostima korištenja e-uprave. Drugi dio rada bavi se temom revizije sustava e-uprave temeljenom na primjeru Novog Zelanda. Primjer Novog Zelanda može poslužiti kao osnova za usporedbu s realiziranim mogućnostima u Republici Hrvatskoj, ali i kao putokaz za donošenje budućih rješenja.

Ključne riječi: e-uprava, e-administracija

### Abstract

There are three areas in the operations of each business system that are extremely important. These are quality, control and audit. Activities in these areas are inter-related and conditioned. The life span of the business system is largely determined by the quality of its operations. At the same time quality requires constant control and consequently review and possible correction. Activities have properties of a cycle which can repeat if necessary. Using appropriate information and communication technologies, these activities receive different forms of quality. It is conventional to use e-givens. Today, there are different states that are beginning to declare as the e-states, emphasizing that in the first place its citizens by their needs are able to be the e-citizens.

First part of the essay covers the topics of defining the difference between e-governance and e-administration, of explaining both terms, of implementation of e-administration and e-governance solutions, of the reasons why to use e-governance and e-administration and the advantages of e-government. Second part of the paper covers the topic of revision of e-governance system based on an example from New Zealand. This example can serve as a basis for comparison with the realized opportunities in Croatia, but also as a roadmap for the adoption of future solutions.

Key words: e-government, e-administration

### 1. UVOD

Vlade diljem svijeta shvaćaju pozitivni utjecaj osnaživanja građana pomoću tehnologije koja nudi efikasniju i transparentniju online uslugu. Vlade zahtijevaju pravilno upravljanje resursima i građanima za opće dobro.

Ovdje "u igru" ulazi sustav e-uprave koji nudi mnoge prednosti poput smanjenja troškova vođenja vlade, povećanja razine povjerenja prema vladi, veće operativne efikasnosti te brze i jednostavne implementacije [1].

Upravo zbog prednosti koje e-uprava pruža građanima i vladi, od iznimne je važnosti da sustav e-uprave funkcionira optimalno. Iz toga razloga je revizija navedenog sustava krucijalan korak za ostvarenje maksimalnog potencijala sustava e-uprave te ona, kao i u drugim sustavima, mora biti provedena s

maksimalnom dilijencijom.

E-revizija predstavlja online mogućnost usuglašenog upravljanja rizicima softverskih rješenja za sve potrebne aktivnosti bez obzira na konkretne poslove u okviru nekog sustava, uvjetno rečeno, poslovnog sustava. E-revizija je prema tome nužno softversko rješenje i kao takvo bi trebalo zadovoljiti neke uvjete. Prvenstveno bi bila nužna mogućnost jednostavne instalacije na potrebnoj opremi, jednostavno i lako korištenje, fleksibilnost u strukturi i mogućnostima dorade. Recentni oblici i mogućnosti softvera su najčešće web-bazirana rješenja prilagođena krajnjem korisniku i njegovim potrebama.

## 2. E-UPRAVA I E-ADMINISTRACIJA

### 2.1. Što su e-uprava i e-administracija te koja je razlika među njima?

E-uprava je usko povezana s pojmom e-administracije. Radi boljeg razumijevanja, potrebno je razlikovati navedene pojmove [3].

E-uprava je skraćenica za elektroničku upravu koja označuje novi, integrirani i kontinuirani način pružanja javnih usluga online. Omogućuje povećanje kvalitete i dostupnost javnih usluga te utječe na povećanje podrške javnih politika i demokratskih procesa [3].

E-administracija odnosno elektronička administracija se može definirati kao mehanizam koji pretvara „papirnatu procese“ tradicionalnog ureda u elektroničke procese. Cilj e-administracije je stvaranje „ureda bez papirologije / papira“ [3].

Određeni sektori javnosti vjeruju da se pojmovi e-administracije i e-uprave mogu koristiti kao sinonimi, no unatoč sličnosti, oni nisu isti. Oba sustava koriste Internet za pružanje usluge ciljanoj skupini, oba sustava su ICT alati (engl. Information and Communication Technology) odnosno alati informacijske i komunikacijske tehnologije koji se koriste kako bi se povećala produktivnost i performanse sustava. Oba sustava prebacuju tradicionalne načine vođenja uprave ili privatne organizacije u „online način“ kako bi osigurali bolju uslugu ciljanoj skupini.

E-uprava je sustav koji koristi vlada, dok je e-administracija sustav koji koristi privatni sektor [3].

E-uprava je namijenjena e-građanima, dok je e-administracija namijenjena e-klijentima. To znači da se struktura e-uprave razlikuje od strukture e-administracije [3].

U e-administraciji, e-uredi se kreiraju s prikladnim sučeljem koje omogućava pristup do svih usluga koje određeni ured nudi korisnicima. Pošto je nužno povezati odgovornost s poticajnim e-okruženjem, sve djelatnike administracije potrebno je opskrbiti sa IT alatima koji podržavaju donošenje administrativnih odluka i izdavanje administrativnih potvrda u formi prikladnoj za organizirani proces.

Cilj e-uprave je olakšati razmjenu podataka između organa javnih vlasti te tako osigurati integrirane elektroničke javne usluge koristeći različite IT sustave za međusobnu komunikaciju vlasti i javnosti [3].

Ujedinjeni narodi su pokrenuli u srpnju 2016. godine projekt / anketu E-Government Survey 2016: E-vlada u prilog održivom razvoju [7]. Snimka je pokazala nastojanja u praćenju trendova u pojedinim zemljama. Naglo je porastao broj zemalja koje pomoću softvera tipa e-uprava pružaju javne usluge najčešće u on-line mogućnostima komuniciranja. Porast je vidljiv u odnosu na 2003. godinu kada je samo 45 zemalja imalo takve on-line mogućnosti i 33 zemlje koje su imale uvjetne on-line transakcije. Prema anketi iz 2016., 90 zemalja nudi jedan ili više portala s javnim informacijama ili uslugama na mreži, a 148 zemalja osigurava najmanje jedan oblik on-line transakcijskih usluga. Više zemalja nastoji putem e-uprave osigurati veću inkluzivnost javnih institucija, učinkovitost, odgovornost i transparentnost. Anketa iz 2016. pokazuje da sada 128 zemalja pruža podatke o javnoj potrošnji u korisniku podesivim i čitljivim formatima.

### 2.2 Implementacija rješenja e-uprave i e-administracije

Implementacija bilo e-administracijskog ili e-upravnog rješenja treba biti koncentrirana oko kupca / klijenta / korisnika umjesto da je koncentrirana oko same organizacije [6]. Osim toga, potrebno je ukloniti potencijalnu ovisnost sustava o specifičnim pojedincima, kao i uvesti transparentnost djelovanja sustava [2]. U tom smislu, otvaraju se pitanja kao što je outsourcing javnih usluga odnosno centralizacija

poslovnih procesa kao alternativa outsourcing modelu [5].

### 2.3. Zašto koristiti e-upravu i e-administraciju

I upravni i privatni sektor traže najbolje moguće načine približavanja svojih usluga ciljanoj skupini, odnosno traže najbolje načine kako poboljšati svoje usluge.

Vlade kroz e-upravu kreiraju različite načine na koje građani i vlada mogu međusobno komunicirati, bilo za potrebe prikupljanja informacija, dijeljenja informacija, izvršavanja uslužnih transakcija, upravnih odluka ili bilo kojeg drugog tipa interakcije. Na taj način se promovira i e-građanin i e-demokracija.

Što se e-administracije tiče, klijenti postaju dio administracijskog sustava. Pomoću njih e-administracija proučava sustav kroz gledište klijenta. To omogućuje pozitivan utjecaj administracije na klijente, kao i smanjenje birokracije korištenjem različitih IT metoda kako bi se ostvarilo najbolje rješenje za stvaranje dobrih odnosa između klijenata i administracije [3].

E-uprava i e-administracija su dio inovativnog pristupa javnog i privatnog sektora prema pojednostavljenju života građana odnosno klijenata [3].

### 2.4. Prednosti e-uprave

U Uvodu je spomenuto kako sustav e-uprave pruža mnoge prednosti i državama i građanima. Prednosti su sljedeće [1]:

- uključivo upravljanje: e-uprava pomaže u izgradnji povjerenja između vlasti i građana. Ključan faktor dobrog upravljanja je korištenje internetski temeljenih strategija koje uključuju građane u političke procese. Na taj način se ukazuje na transparentnost i odgovornost vlasti.
- laka i brza implementacija: e-uprava omogućuje pojednostavljenje i smanjenje "papirologije". Zahvaljujući jednostavnom dijeljenju informacija između državnih agencija i odjeljaka, gradi se velika baza podataka. Osim toga, građanima je olakšan pristup određenim informacijama pošto e-uprava omogućuje svakom građaninu pristup traženim informacijama.
- visoka operativna učinkovitost: najvažnija točka e-uprave za građane je učinkovitost usluga koje se pružaju. Učinkovitost vlade se može mjeriti kvalitetom interakcije koju ima sa građanima. Procesuiranje "papirologije" u tradicionalnim vladinim sustavima je težak zadatak koji oduzima mnogo vremena. Kako vrijeme prolazi, a tehnologija se razvija, građani imaju veća očekivanja od javnih usluga. Upravo kroz sustave e-uprave, država pomoću centralizirane točke komunikacije može postići visoku operativnu učinkovitost.
- visoka razina povjerenja: svaka vlada koja želi održati ili zadržati kontrolu moći, mora uživati povjerenje većine građana. E-uprava to osigurava. Poboljšava javne usluge pomoću razumijevanja potreba građana. To se postiže pomoću veće transparentnosti, preciznosti i lakoće razmjene informacija između građana i vlasti.
- smanjenje troškova vlade: e-uprava je vrlo isplativa. Ukoliko vladu zanima javno mišljenje, moguće ga je dobiti vrlo brzo po vrlo niskoj cijeni. Cloud rješenja omogućuju vladi smanjenje troškova kreiranja i održavanja skupe IT infrastrukture.

Implementacija e-uprave štedi resurse, smanjuje količinu uloženog truda i novca, povećava kvalitetu usluge te smanjuje vrijeme rada državnih odjela [1].

## 3. REVIZIJA E-UPRAVE: PRIMJER NOVOG ZELANDA

U nastavku rada prikazat će se primjer druge revizije strategije e-uprave Novog Zelanda. Prva revizija se izvršila 2001. godine, a druga 2004. godine. Revizija strategije e-uprave sadrži preporuke, implikacije, rizike, razloge revizije i ključne značajke revizije.

### 3.1. Razlozi revizije e-uprave

Razlozi druge revizije strategije sustava e-uprave Novog Zelanda su sljedeći [4]:

Upravljanje ishodima: strategija e-uprave podupire stil orijentiran na ishode, stil koji ljude stavlja u središte te kolaborativni stil.

Ciljevi e-uprave koji su se trebali postići do 2004. godine: predviđeno je da će do lipnja 2004. godine Internet biti dominantno sredstvo pristupa vladi te se na tome intenzivno radilo.

Kontinuirano učenje u razdoblju od prošle revizije: prijašnja je revizija prepoznala nove izazove ispred programa, a iskustvo je pokazalo kako ih se još može očekivati.

Agencije čine e-upravu dostupnom: dugoročni uspjeh programa e-uprave ovisi o agencijama. Tijekom 2002. godine, učinjen je napredak u stvaranju temelja e-uprave, što je bio preduvjet da bi državne agencije mogle raditi na razvoju i širenju e-uprave.

Agencije su imale dovoljno vremena da se pripreme: procijenjeno je da su agencije imale skoro 3 godine kako bi uspjele razumjeti i ukomponirati e-upravu u svoje strategije i poslovne planove.

E-uprava predstavlja dugoročne promjene: revizija pokazuje kako tražene promjene korištenjem e-uprave zahtijevaju dugoročni trud, pošto će agencije prolaziti kroz razne stupnjeve razvoja sustava e-uprave. Omogućavanje pristupa vladi preko Interneta je samo prvi korak transformiranja vlade.

Autonomija agencija e-uprave može biti izgubljena uslijed zajedničkih interesa učinkovitosti i djelotvornosti: iskustvo je pokazalo kako se tijekom razvoja i implementacije e-uprave određeni ciljevi i prednosti ne mogu ostvariti ukoliko sve agencije ne djeluju zajednički, no ponekad ove prednosti nadmašuju one koje mogu proizaći autonomijom državnih agencija.

Državnim agencijama trebaju sveobuhvatne smjernice, olakšice i podrška centra: među-agencijska suradnja i koordinacija je teška i oduzima mnogo vremena. Bez obzira na troškove, vrlo je korisna. Da bi se omogućila vrijednost e-uprave, potrebno je da centar omogući koordinaciju, daje olakšice i potporu agencijama. Revizija je usredotočena na omogućavanje elektroničkog osposobljavanja i integraciju usluga.

Uloga centra: uloga centra je razvoj i upravljanje zajedničkom infrastrukturom. Strategija, vodstvo, konceptualni modeli i olakšice nisu jedina potpora koju agencije dobivaju od centra. Državne agencije također moraju imati pristup zajedničkoj infrastrukturi te informacijama i tehnološkim resursima poput portala e-uprave.

### 3.2. Glavne značajke revizije e-uprave

Nakon izvršene revizije, bez obzira što strategija e-uprave nastavlja u istom smjeru te s istim ciljem i strukturom koje je imala i nakon prve revizije, promijenile su se mnoge njezine točke.

Prva velika promjena ustanovljena revizijom je širenje misije e-uprave. Prije druge revizije, misija i strategija se zaustavljala kod osiguravanja Internetskog pristupa vladi do 2004. godine. To je bio samo dio njihovih ciljeva. Kako bi e-uprava igrala važnu ulogu u transformiranju vlade, potrebno je razmišljati i djelovati dugoročno. Misija i strategija novozelandske e-uprave se proširila na sljedeći način [4]:

- Do lipnja 2004. godine osigurati dominantan način pristupa vladi putem Interneta.
- Do lipnja 2007. godine Internetska tehnologija će biti sastavni dio dostave vladinih informacija, usluga i procesa.
- Do lipnja 2010. godine djelovanje vlade će biti transformirano korištenjem Interneta.

Druga velika promjena ustanovljena revizijom je uvođenje arhitekture pružanja usluga kao osnove razumijevanja načina na koji se vladine službe / usluge mogu poboljšati, a kroz integriranje usluge dostave ("service delivery") informacija te zajedničkim korištenjem informacija i tehnologije.

Implementacija arhitekture uključuje [4]:

- Dijeljene generičke komponente: komponente se razvijaju i implementiraju samo jednom, a koristi ih više različitih agencija.
- Distribuirane generičke komponente: standardizirane komponente koje podržavaju generičke aktivnosti, a implementirane su lokalno.
- Unikatne komponente: komponente koje su specifične za određenu agenciju, funkciju ili uslugu.

Navedena arhitektura osigurava ravnotežu uloga centra i agencija. Ona se značajno oslanja na lokalnu,

a ne centraliziranu implementaciju na temelju zahtjeva. Time se omogućuje izbjegavanje slabosti decentraliziranog upravljanja, bez rizika povezanog s prevelikim stupnjem centralizacije.

Arhitektura također podržava poboljšanje kvalitete i konzistentnosti isporuke vladinih usluga krajnjem korisniku. To će omogućiti agencijama isporuku usluga na način koji se pokazao uspješnim (npr. za online dostavu licenci ili za sigurnosno elektroničko dopisivanje) [4].

Treća velika promjena u strategiji je identificiranje novih izazova [4]:

- Prvi veliki izazov je izazov stjecanja povjerenja. Ako građani ne vjeruju e-upravi, neće ju ni koristiti.

Stoga je vrlo važno izgraditi povjerenje obraćanjem pozornosti na privatnost, sigurnost, ovjeru i kvalitetu usluga koje e-uprava nudi.

- Drugi veliki izazov je izazov upravljanja. E-uprava ovisi o suradnji, horizontalnoj integraciji i uključenosti većine državnih agencija. Ovdje važnu ulogu igra upravljačko okruženje javnog sektora pri čemu se pojavljuju tri važna pitanja o upravljanju e-upravom [4]:

- Donošenje odluka: kako izbalansirati vertikalni stil trenutnog sustava s mehanizmima koji omogućuju horizontalno donošenje odluka – uključujući upravljanje odgovornostima koje prekoračuju granice jedne agencije?

- Šira uključenost državnog sektora u e-upravu: velik dio usluga se odvija izvan središta javne službe.

- Optimiziranje dodjele prava odlučivanja: postoji potreba propitivanja trenutne uloge centra i agencija u donošenju odluka o budućim informacijama i tehnologiji unutar sektora. Ukoliko se razvijanje sustava kreće prema gledanju na vladu kao na jedno poduzeće, potrebno je propitati kome je najbolje dodijeliti prava odlučivanja i odgovornost – dati ih centru, agencijama ili pronaći sredinu između navedenih.

- Treći veliki izazov je izazov kvalitete podataka i upravljanja informacijama. Integracija usluga znači i potrebu ujednačavanja podataka i njihovu potencijalnu integraciju s naglaskom na konzistentnost odnosno dosljednost u praksi upravljanja informacijama. Neizbježno je da će se državne agencije susresti s problemima vezanim uz kvalitetu i dosljednost podataka, kao i tehničkim problemima vezanim uz pohranu podataka na različitim softverskim i hardverskim platformama. Rješenje toga jest ulaganje u poboljšanje kvalitete podataka te ulaganje u upravljanje informacijama na način koji ne ograničuje njihovu buduću fleksibilnost.

Četvrta promjena u strategiji e-uprave je način na koji se ona objavljuje. Program e-uprave je postao mnogo složeniji od prethodne revizije. Obuhvaća mnoge projekte različitih agencija te sadrži mnoge poveznice s drugim problemima i inicijativama. Osim toga, e-uprava se konstantno razvija i mijenja. Pošto se strategija e-uprave odnosi primarno na online pristup, rezultat toga jest činjenica da se papirologija smanjuje te je dostupna isključivo na zahtjev korisnika [4].

### 3.3. Rizici e-uprave

Program e-uprave je izložen širokom spektru rizika poput npr. rizika vezanih uz financije i performanse sustava koji prolazi kroz organizacijske promjene. Tu su i rizici vezani uz upravljanje velikim IT projektima. Za umanjivanje navedenih rizika potrebni su uobičajeni režimi procjene proračuna, praćenje projekata i procjena performansi sustava.

Nadalje, tu su i strateški rizici vezani za kvalitetu strategije e-uprave. Oni se mogu umanjiti sudjelovanjem agencija u razvoju strategija te korištenjem primjera strategija e-uprave drugih država.

Tu je i rizik da ljudi neće koristiti e-upravu ili da se za određene prednosti programa e-uprave niti nezna.

Navedeni rizik se umanjuje inicijativom agencija da saznaju što njihovi klijenti žele i kakva su im predznanja.

Postoje i rizici vezani uz nemogućnost stvaranja optimalne ravnoteže između centralizacije i decentralizacije prava odlučivanja e-uprave i same infrastrukture. Rješenje je u strategiji koja se nalazi "negdje između".

Na kraju tu je i rizik vezan uz ravnopravnost. Iako takav jaz ima tendenciju smanjivanja, on i dalje postoji, a odnosi se na razliku u sposobnostima, vještinama i stavovima korisnika imaju ili nemaju mogućnost pristupa uslugama e-uprave. Navedeni problem se može umanjiti tako da se:

- određene usluge ne nude online bez razumijevanja sposobnosti onih koji ih koriste;
- ne uklanjaju offline mogućnosti pristupa podacima u korist online mogućnosti.
- dizajniraju online servisi najveće moguće pristupačnosti itd.

### 3.4. Preporuke revizije e-uprave

Preporučeno je da odbor za reviziju među ostalim

- uzima u obzir:
  - dosadašnji napredak e-uprave;
  - dodavanje novih elemenata misiji e-uprave;
  - razvoj arhitekture usluga e-uprave i komponentni pristup njihovoj implementaciji;
  - da agencije moraju biti u mogućnosti demonstrirati kako su sve inicijative e-uprave ujednačene sa strategijom e-uprave i budžetom, te kako svaka predložena e-inicijativa ima neto koristi, odnosno da uključuje fiskalne prinose gdje god je to moguće. [4]:

- slaže se s:

- revidiranom strategijom e-uprave;
- potrebom da tijekom razvoja svojih planova agencije trebaju poticati ugovorene pružatelje usluga i nevladine organizacije na korištenje usluga e-uprave gdje i kad je to potrebno.

Navedeno su samo neke od preporuka koje revizija predlaže s ciljem što kvalitetnijeg razvoja strategije e-uprave.

## 4. ZAKLJUČAK

E-uprava predstavlja mnogo više od modernizacije načina komunikacije s vladom. Potrebna je iznimna koordinacija i volja velikog broja vladinih odjela i agencija kako bi se stvorio optimalan sustav e-uprave koji će zadovoljiti potrebe obiju strana – vlade i javnosti.

Na primjeru Novog Zelanda, koji je star preko 10 godina, možemo vidjeti kompleksnost problema i revizije sustava, odnosno strategije e-uprave. Ukoliko povučemo paralelu sa današnjim vremenom, možemo samo očekivati da je proces revizije e-uprave postao znatno kompleksniji pošto su se mogućnosti, apetiti i očekivanja sustava e-uprave znatno povećali.

## 5. LITERATURA

[1] Emunicipality, The benefits of e-governance for municipalities and citizens, 2016.

<http://www.emunicipality.com/the-benefits-of-e-government-for-municipalities-and-citizens/>

[2] Wikipedia, E-administration, 2016. <https://en.wikipedia.org/wiki/E-Administration>

[3] Emunicipality, E-government and electronic administration, why?, 2016.

<http://www.emunicipality.com/e-government-and-electronic-administration-why/>

[4] Office of the Minister of State Services – New Zealand, Revised e-government strategy, 2004.

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUK Ewi287nN59\\_QAhXCPBQKHUrWDG0QFggfMAA &url=http%3A%2F%2Fwww.ebusinessforum.gr%2F engine%2Findex.php%3Fop%3Dmodload%26modname%3DDownloads%26action%3Ddownloadsviewfile%26ctn%3D863%26language%3Del&usg=AFQjCN FbRPfrLsplb1YYts4vgNfl05nw8w](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUK Ewi287nN59_QAhXCPBQKHUrWDG0QFggfMAA &url=http%3A%2F%2Fwww.ebusinessforum.gr%2F engine%2Findex.php%3Fop%3Dmodload%26modname%3DDownloads%26action%3Ddownloadsviewfile%26ctn%3D863%26language%3Del&usg=AFQjCN FbRPfrLsplb1YYts4vgNfl05nw8w)

[5] Forum za javnu upravu. Friedrich Ebert Stiftung i Institut za javnu upravu Tema: Od javnog prema privatnom? Privatizacija i outsourcing javnih usluga [http://www.iju.hr/page15/files/7\\_FORUM\\_web.pdf](http://www.iju.hr/page15/files/7_FORUM_web.pdf)

[6] Economist Intelligence Unit (2006.): Evaluating Public Sector Shared Services, Cole, Parston, 2006. [https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=IzHmwEhIXfkC&oi=fnd&pg=PR7&dq=%5BEconomist+Intelligence+Unit+\(2006.\)+Evaluating+Public+Sector+Shared+Services.&ots=fgxsuFUA9-&sig=SY-awmtjQ45\\_pV19rolbnEp2UHA&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=IzHmwEhIXfkC&oi=fnd&pg=PR7&dq=%5BEconomist+Intelligence+Unit+(2006.)+Evaluating+Public+Sector+Shared+Services.&ots=fgxsuFUA9-&sig=SY-awmtjQ45_pV19rolbnEp2UHA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

[7] UN e-government Survey 2016: E-government in support of sustainable development

<http://workspace.unpan.org/sites/Internet/Documents/UNPAN96407.pdf>

## ENGLISH AND CROATIAN TERMINOLOGY OF PCB DESIGN, PRODUCTION AND ASSEMBLING

Marko Miletić<sup>1</sup>, Ivana Jurković<sup>1</sup>, Robert Jolić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Technical College in Bjelovar

### Abstract

Printed circuit boards are essential elements of every electronic device. Due to this and the fact that this area of technology has been experiencing rapid development, many new terms have emerged. The majority of literature sources, software tools and software manuals are written in English. Literature written in Croatian is relatively scarce and the use of terminology in it may be referred to as being inconsistent. This paper provides an insight into the current state of English and Croatian terminology of PCB design, production and assembling. The suggested Croatian terms were analyzed and selected based on the norm of the Croatian standard language and the accepted terminological principles.

Keywords: terminology, terminological principles, PCB, PCB design, PCB production

## ENGLSKA I HRVATSKA TERMINOLOGIJA PROJEKTIRANJA, IZRADE I SASTAVLJANJA TISKANIH PLOČICA

### Sažetak

Tiskane pločice ključni su elementi svakog elektroničkog uređaja. Iz tog razloga te slijedom činjenice da je ovo područje tehnologije podložno ubrzanome razvoju, pojavili su se brojni novi nazivi. Većina literature, softverskih alata te priručnika napisani su na engleskome jeziku. Literatura na hrvatskome jeziku nije brojna, a nazivi u njoj često se nedosljedno koriste. Cilj je ovoga rada pružiti uvid u trenutno stanje engleske i hrvatske terminologije projektiranja, izrade i sastavljanja tiskanih pločica. Predloženi hrvatski nazivi analizirani su i odabrani na temelju usklađenosti s normom hrvatskoga standardnog jezika te prihvaćenim terminološkim načelima.

Ključne riječi: terminologija, terminološka načela, tiskana pločica, projektiranje tiskanih pločica, izrada tiskanih pločica

### 1. Introduction

Printed circuit board (PCB) is essential for the operation of every electronic device, as it represents the point of connection between all of its vital components. Printed circuit boards consist of non-conductive substrate, conductive layers, special-purpose layers and soldered components [1]. The purpose of non-conductive substrate is providing mechanical support and thermal conduction. Conductive layers provide electrical connectivity and are usually made of thin copper foil. There are several special-purpose layers that serve various purposes, such as protective layers or description layers. Regarding the soldering technology, components may be divided into two basic groups: THT (through-hole technology) and SMT (surface-mount technology) components. This technology has influenced the rapid development of electronics and information technology, as it has allowed for faster production of electronic assemblies and increased the reliability of their operation. Rapid development has resulted in emergence of many new terms both in English and especially in Croatian language. The majority of literature in this field is written in English, while literature in Croatian is relatively scarce. Due to this reason, as in many other fields, English has influenced Croatian terminology of PCB design, production and assembling. In Croatian language this has resulted in occurrence of calques and completely unadapted English terms, which are connected with many terminological problems.

## 2. Overview of the existing status within the terminological system

As opposed to the area of IT [2] and similar to the terminology CAD technology [3], the terminology of PCB design, production and assembling is marked by the coexistence of synonymous terms, not only in Croatian, but also in the English language. Thus, in English there are synonymous terms one-sided PCB and single-sided PCB, while some English terms have several Croatian counterparts, e.g. printed circuit board may appear in the Croatian terminology as tiskana pločica, štampana pločica, tiskana ploča, elektronička pločica, elektronička ploča, PCB. In such situations it may be difficult to select the term whose structure reflects the terminological system and is adapted to the norm of the Croatian standard language.

### 2.1. Corpus and analyzed terms

The analyzed corpus involves professional literature (journal articles, university textbooks, books, translated books) and web sources. As the analyzed terms belong to the Croatian standard language, the analysis did not include forums, blogs and similar web sources that contain terms that do not follow the norm of the Croatian standard language. Technical dictionaries were used as well, but not many terms were found in them.

In the scope of analysis 29 terms characteristic for the area of PCB design, production and assembling were selected, compared and analyzed from the aspect of being part of the English and Croatian terminological system.

### 2.2. Linguistic analysis of PCB terminology

The majority of literature related to the PCB design, production and assembling is written in the English language. There are much fewer sources written in Croatian, which is due to the rapid development of this area and the fact that English has become a global lingua franca in many professional and scientific areas. Software tools and manuals are usually produced by foreign companies. Thus, they are mostly written in English.

English terms may be divided into three basic groups:

1. one-word terms (e.g. via, track)
2. multiple-word terms (e.g. printed circuit board, stop mask)
3. acronyms (PCB, SMT)

Croatian terms in the area of PCB design, production and assembling may be divided into two basic groups:

1. one-word terms (e.g. vod, film, jetkanje)
2. multiple-word terms (e.g. tiskana pločica, zaštitni lak).

Acronyms used in Croatian were not created by means of Croatian word formation, but were imported into Croatian from English. There have not been found confirmed acronyms formed by means of Croatian word formation. Furthermore, acronyms in the terminology of PCB design, production and assembling are scarce.

## 3. Results

Table 1 contains 29 terms that are characteristic for the terminology of PCB design, production and assembling. The analysis comprises four categories: English term, confirmed Croatian terms, suggested Croatian term and definition. The authors' selection of the suggested term is based on the accepted terminological principles [4].

**Table 1. Terminological analysis of the terminology of PCB design, production and assembling**

English term	Confirmed Croatian term(s)	Suggested Croatian term	Definition
printed circuit board	tiskana pločica, štampana pločica, tiskana ploča, elektronička pločica, elektronička ploča, PCB	tiskana pločica	a board that is used for mechanical and electrical connections between electronic components
PCB	tiskana pločica, štampana pločica, tiskana ploča, elektronička pločica, elektronička ploča, PCB	tiskana pločica	a board that is used for mechanical and electrical connections between electronic components (acronym)
pad	otočić, lemno mjesto, lemljiva točka, lemna točka	lemno mjesto	a point where an electronic component is connected to the printed circuit board by soldering
via	metalizirani provrt, provodna rupa	provodna rupa	a hole used as a through connection, but in which there is no intention to solder a component on
track	vod, tiskana veza, veza, vodljiva veza	vod	an electrical connection between two or more pads
routing	provlačenje vodova	provlačenje vodova	the procedure of drawing tracks between components on a PCB
layout	shema tiskanih vodova	položaj vodova	the position of tracks on a PCB
one-sided PCB	jednostrana tiskana pločica, jednoslojna tiskana pločica, jednostrana štampana pločica, jednoslojna štampana pločica, jednostrana pločica, jednoslojna pločica	jednostrana tiskana pločica	a printed circuit board on which tracks are situated only on one side
single-sided PCB	jednostrana tiskana pločica, jednoslojna tiskana pločica, jednostrana štampana pločica, jednoslojna štampana pločica, jednostrana pločica, jednoslojna pločica	jednostrana tiskana pločica	a printed circuit board on which tracks are situated only on one side

two-sided PCB	dvostrana tiskana pločica, dvoslojna tiskana pločica, dvostrana štampana pločica, dvoslojna štampana pločica, dvostrana pločica, dvoslojna pločica	dvostrana tiskana pločica	a printed circuit board on which tracks are situated on both sides
double-sided PCB	dvostrana tiskana pločica, dvoslojna tiskana pločica, dvostrana štampana pločica, dvoslojna štampana pločica, dvostrana pločica, dvoslojna pločica	dvostrana tiskana pločica	a printed circuit board on which tracks are situated on both sides
multi-layer PCB	višeslojna tiskana pločica, višeslojna štampana pločica, višeslojna pločica	višeslojna tiskana pločica	a printed circuit board on which tracks are situated on both sides and in one or more inner layers
stop mask	stop lak maska, maska za zaštitnu prevlaku, zaštitna prevlaka, zaštitni lak, fotostop, stopmaska, zaštitna maska, stop lak, lemno otporan lak, lotstop lak	zaštitni lak	a special varnish applied to all parts of a PCB except on the pads for the purpose of stopping the solder from spreading outwards
solder mask	stop lak maska, maska za zaštitnu prevlaku, zaštitna prevlaka, zaštitni lak, fotostop, stopmaska, zaštitna maska, stop lak	zaštitni lak	a special varnish applied to all parts of a PCB except on the pads for the purpose of stopping the solder from spreading outwards
surface-mount device	SMD komponenta, SMD element, SMD, komponenta za površinsku montažu, površinska montaža	komponenta za površinsku montažu	a component that is mounted on the surface of a PCB, but not through a hole
SMD	SMD komponenta, SMD element, SMD, komponenta za površinsku montažu, površinska montaža	komponenta za površinsku montažu	a component that is mounted on the surface of a PCB, but not through a hole (acronym)

surface-mount technology	SMT komponenta, SMT element, SMT, komponenta za površinsku montažu, površinska montaža, SMT	tehnologija površinske montaže	the procedure of mounting components on the surface of a PCB, but not through a hole
SMT	SMT komponenta, SMT element, SMT, komponenta za površinsku montažu, površinska montaža, SMT	tehnologija površinske montaže	the procedure of mounting components on the surface of a PCB, but not through a hole (acronym)
through hole component	THT komponenta, through hole element, standardna komponenta	standardna komponenta	a component that is mounted onto a PCB through a hole by means of its pins
through-hole technology	through hole tehnologija, THT, THT tehnologija	tehnologija montaže standardnih komponenata	the procedure of mounting components onto a PCB through a hole by means of their pins
THT	through hole tehnologija, THT, THT tehnologija	tehnologija montaže standardnih komponenata	the procedure of mounting components onto a PCB through a hole by means of their pins (acronym)
film	film, shema tiskanih vodova, nacrt vodova	film	a template used in the photoresist process during PCB production
etching	jetkanje, nagrivanje	jetkanje	the process of using chemicals to remove excess copper from the surface of a PCB
silk screen printing	sitotisak, oznake komponenti, oznake elemenata, montažni i servisni otisak, montažni i servisni tisak, montažna i servisna legenda, montažni tisak	montažni tisak	the procedure of printing a layer onto a PCB that consists of component markers for assembly and repair
component pin	nožica, izvod, pin, izvod na čipu	nožica	the part of a THT component serving as the interconnection between the component and a PCB

pin	nožica, izvod, pin, izvod na čipu	nožica	the part of a THT component serving as the interconnection between the component and a PCB
pinout	raspored nožica, raspored izvoda	raspored nožica	the position of pins on a PCB
ratsnest	ratsnest	prikaz zračnih vodova	a software command that displays airwires and their shortest path between components
drill	rupa, provrt, drill, bušotina	provrt	a hole through a PCB that is not used for the purpose of electrical connection, but only for mechanical fixation

#### 4. Discussion

The analysis of the corpus has shown that both in English as well as in Croatian the terminology of PCB design, production and assembling has not been systemized to a full extent, especially in Croatian where many synonymous terms co-exist, which is not a desirable situation in any terminological system [5]. The suggested term was selected among the co-existing synonymous terms based on the terminological principles. In cases where no Croatian term had been found within the corpus, the authors suggested the term that reflects its meaning as determined by the definition. An example for this is the term ratsnest. In such cases it may be observed that in terminological research a close cooperation between linguists and experts in the field of technology is essential.

#### 5. Conclusion

This research involved 29 prototypical terms used in the area of designing, producing and assembling printed circuit boards. The terms were analyzed for the purpose of offering an insight into the issues due to which it may be concluded that this terminology is still inconsistently used, as well as for the purpose of presenting a potential solution to these issues. The confirmed terms were analyzed according to the accepted terminological principles and the norm of the Croatian standard language. Whether or not the terms suggested by the authors will be incorporated and used consistently depends on many factors. The suggested terms may also serve for the purpose of further discussion oriented toward the systematization of the terminology of PCB design, production and assembling.

#### 6. References

- [1] Kranjc, A.: Tehnologija proizvodnje tiskanih pločica, Svijet elektronike, Vol. 5 (1998) 27-32
- [2] Halonja, A.; Mihaljević, M.: Nazivlje bežičnih računalnih mreža, Rasprave Instituta za hrvatski jezik i jezikoslovlje, Vol. 32 (2006) 87-108
- [3] Jurković, I.; Hršak, B.; Badrov T.: The Terminology of CAD Synchronous Technology, Technical Journal, Vol. 7, No. 2 (2013) 116-121
- [4] Hudeček, L.; Mihaljević, M.: Hrvatski terminološki priručnik, Institut za hrvatski jezik i jezikoslovlje, Zagreb, 2009.
- [5] Babić, S.: Tvorba riječi u hrvatskom književnom jeziku, HAZU, Zagreb, 1991.

## RAZVOJ VIZUALNOG IDENTITETA PROMOTIVNIH MREŽNIH STRANICA

Ivana Žganjar<sup>1</sup>, Ivan Budimir<sup>1</sup>, Nikola Mrvac<sup>1</sup>

E-mail: ivan.budimir@grf.hr@grf.hr, ivana.zganjar@grf.hr, nmrvac@grf.hr

1 Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Getaldićeva 2, Zagreb, Hrvatska

2 Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Getaldićeva 2, Zagreb, Hrvatska

3 Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Getaldićeva 2, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

U suvremenom društvu digitalno okruženje predstavlja temelj za promotivnu aktivnost i zahtjeva stalnu prilagodbu razvojnim tehničko tehnološkim i informacijsko komunikacijskim trendovima.

Sustav turizma složen je i dinamičan okvir, zbog intenzivnog međusobnog povezivanja mrežne tehnologije, društvenih medija i političkih, kulturnih, organizacijskih i promotivnih aktivnosti.

Internet predstavlja često korišten aspekt planiranja, od istraživanja potencijalne destinacije do odlaska u turizam, što otvara novo područje i velike tehnološke mogućnosti s odrazom na gospodarstvo. U promociji turističkih destinacija internet doprinosi privlačenju novih posjetitelja, a njegov razvoj u velikoj mjeri ovisi o aktivnom korištenju dostupnih online informacija, poboljšanjima pojednostavljenja korištenja informacijskog puta intuitivnim pristupom. Informacijsko komunikacijski razvoj mrežnih stranica u skladu je s razvojnim pristupom turizmu i zadovoljavanjem zahtjeva suvremenih turista. Zbog mlade digitalno educirane generacije, vidljiv je pomak u informiranju putem interneta, a očekuje se i povećanje tog trenda. Cilj rada je na temelju anketnog ispitivanja skupine studenata, budućih diplomiranih stručnjaka u području, grafičke tehnologije i dizajna, odrediti ključne parametre grafičkog oblikovanja digitalnog prostora internetskih stranica sa sadržajima namijenjenim turistima.

Ključne riječi: promotivne mrežne stranice, internet, turizam, turistička mrežna komunikacija

## VISUAL IDENTITY DEVELOPMENT FOR PROMOTIONAL WEBSITES

### Abstract

In modern society, digital promotion serves as the basis for promotional activity, and it demands constant adjustments to new trends in technology and communications.

The tourism system is a complex and dynamic framework, because of the intense interlinking of web technology, social media, and political, cultural, organisational and promotional activities.

The internet represents an often used aspect of planning, from researching a potential destination to becoming a tourist. That opens up a new field and great technological opportunities regarding the economy. In promoting tourist destinations, the internet attracts new visitors, and its development, in large part, depends on an active usage of online available information and making the information pathway more intuitive and easier to approach and navigate. The information and communication development of websites is in accordance with the development approach to tourism, and meeting the demands of modern tourists. Because of the younger digitally educated generation, the progress in using the internet as an information tool is clear, and the trend is expected to grow. This paper aims to determine, on the basis of a research carried out among a group of graphic technology and design students, the key parameters of graphic design of digital websites whose content is aimed at tourists.

Keywords: promotional websites, internet, tourism, tourist online communication

## 1. Uvod

Digitalno okruženje, održivost i odgovorno ponašanje čimbenici su koji imaju izravan utjecaj na promišljanje o promociji održivog turizma kroz komunikaciju putem interneta, proučavano u određenom okolišnom i društveno-kulturnom kontekstu, sukladno određenoj politici upravljanja turizmom. Istraživanja pokazuju da Velika Britanija i Francuska promoviraju održiv turizam primjenom održivog promišljanja i primjenom online turističkih komunikacija, za razliku od Srbije gdje mrežna promocija održivog turizma kroz video nije zastupljena i sadržaj na internetu se razlikuje od onog u Velikoj Britaniji i Francuskoj. [1] U Hrvatskoj je prepoznata važnost promocije putem oglašavanja na internetu i centralizirano je definirana, uz uočene nedostatke određene strateškim dokumentima. Razvoj vizualnog identiteta mrežnih stranica važan je faktor u poboljšanja komunikacije, koji se koristi za promicanje održivog turizma. Na temelju kvantitativne i kvalitativne analize te korištenjem vizualnih metoda analize primjene interneta moguće je dobiti smjernice za prilagodbu razvojnim tehničko tehnološkim i informacijsko komunikacijskim trendovima, koje mogu koristiti stručnjaci i znanstvenici za rad i istraživanje u svrhu promocije promišljanja o održivom turizmu.

Posljednjih deset godina stotine milijuna korisnika Interneta diljem cijelog svijeta posjetili su tisuće stranica društvenih mreža i medija u skladu s time porastao je i broj istraživanja vizualnih komunikacija u akademskim zajednicama, području marketing i prodaja, u primjeni neprofitnih organizacija, pri promociji kulturnih događaja, u e-Turizam-u, za predviđanje interesa, mišljenja i trendova. Posjetitelji promotivnih mrežnih stranica imaju veliku slobodu istraživanja te različitim putovima mogu doći do tražene informacije ili se prebaciti na sasvim drugi izvor, što ukazuje na važnost poboljšanja pojednostavljenja korištenja informacijskog puta intuitivnim pristupom. Društvene mreže su vrlo važan izvor podataka, zbog njihove prirode reakcije u realnom vremenu u skladu s georeferencom, budući da korisnici pružaju informaciju jedni drugima u realnom vremenu vezano uz lokalne interese te kao dodatan faktor sigurnosti i provjere viđene informacije na promotivnoj mrežnoj stranici. Istraživanja su pokazala da se posjetitelji, koji koriste društvene mreže kao oblik komunikacije putem interneta zadržavaju dulje na određenoj lokaciji. Razvoj vizualnog identiteta uvođenjem parametra društvenih mreža važan je zbog utjecaja na povećan interes korisnika za određene teme promotivne aktivnosti turizma i razvoja gospodarstva općenito, što su je u kulturološkom kontekstu Hrvatske prepoznato, dok se u znanstveno nastavnom smislu počinju uvoditi kolegiji i nastavne cjeline za pojedina tehnička usmjerenja Sveučilišta u Zagrebu čime se podržava razvojni trend i strateške mjere razvoja turizma. [2]

Turizam je složena industrija, multidisciplinarni fenomen interakcije gospodarskih, socijalnih i kulturnih, tehničkih čimbenika, koji povezuje privatne interese i interese javnih institucija. U posljednjih 30 godina turizam, kao ključna komponenta gospodarstva, značajno se proširio i čini 30% međunarodne trgovine, s tendencijom daljnjeg rasta, s pozitivnim utjecajem na društva, koja postaju mobilnija i prosperitetna. [3, 4] Složenost upravljanja turizmom, planiranja i destinacijske politike ovisi o načinu upravljanja unutar država te organizaciji i provođenju središnje koordinacija upravljanja. Hrvatsko upravljanje turizmom bazirano je na središnjoj organiziraniji, a zbog efikasnijeg provođenja Strategije razvoja turizma RH do 2020. osnovano je i posebno savjetodavno tijelo Ministarstva turizma, Međuministarsko vijeće, s predstavnicima Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture, Ministarstva graditeljstva i prostornoga uređenja, Ministarstva kulture, Ministarstva zaštite okoliša i prirode, Ministarstva gospodarstva, Ministarstva poduzetništva i obrta, Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta, Ministarstva poljoprivrede, Ministarstva zdravlja te Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije. „Strategija razvoja turizma do 2020. godine“ ključan je i kompleksan dokument, koji daje razvojne smjernice razvoja hrvatskog turizma. Za provedbu dokumenta potrebno je ukloniti razvojna ograničenja, obuhvaćena kroz područja; Kvaliteta i struktura ponude; Investicijska klima; Marketing i prodaja; Ljudski potencijali i upravljanje kvalitetom; Zakonski okvir i upravljanje. Nedostatak područja Marketing i prodaja je nedovoljno jasno utvrđena nadležnost promocije, komercijalizacije i razvoja turističkih proizvoda s težištem na online promociji. Sustav promocije hrvatskog turizma, baziran je pretežno na offline oglašavanju, a premalo online putem turističke mrežne komunikacije, uz korištenje zastarjelog vizualnog identiteta i promotivnih poruka zasnovanih na nacionalnom turističkom brandu, što otežava poziciju na

tržištu. Hrvatski turizam nema konzistentnu, hijerarhijski ustrojenu i efikasnu web platformu, općenito je pasivan odnos prema elektroničkom marketingu i web društvenim servisima te nedovoljna informatička pismenost ljudi u sustavu turizma. [5] Mjerenje turizma od velike je važnosti za dobivanje znanja o gospodarskom funkcioniranju te promjenama koje se očituju kroz vrijeme. [6, 7] Više nije dovoljno mjeriti samo fizičke posjete i monetarne podatke, već je potrebno osloniti se na suvremene tehnologije te objediniti promociju i zahtjeve suvremenih turista. Zbog kompleksnosti fenomenologije turizma potreban je interdisciplinarni pristup istraživanju, jer pojedina disciplina ne može pružiti sveobuhvatno istraživanje. Većina dosadašnjih istraživanja provedena su u području „ekonomije“ s udjelom 47% radova, 31% „strategije“ uz nedostatan „tehnološki“ istraženo područje. [8] Kako bi se zadovoljila potreba sveobuhvatnog pristupa ovaj rad obuhvaća tehnološki pristup i pokretače, koji utječu na turistički rast, a baziraju se na informacijskim i komunikacijskim tehnologijama.

## 2. Metodologija

Parametre oblikovanja u grafički oblikovanih informacija, studenti mogu različito odrediti ovisno o svojim individualnim karakteristikama i preferencijama. Kako bi se utvrdila uloga interneta kao medija, koji privlači nove posjetitelje i pojednostavljuje informacijski put te odredili parametri grafičkog oblikovanja mrežnih stranica namijenjenih turistima provedeno je istraživanje na temelju izrađenog anketnog upitnika.

Kvalitetno obrazovana radna snaga ključan je faktor razvoja turizma, stoga su za sudjelovanje u studiji uključeni su ispitanici, koji se educiraju u području od ključne važnosti za vizualan razvoj identiteta mrežnih stranica. Grupa studenata 1. godine preddiplomskog studija Sveučilišta u Zagrebu Grafičkog fakulteta sudjelovali su u anketnom ispitivanju s ciljem određivanja kako određeni parametri mrežnih stranica utječu na percepciju informacija u digitalnom okruženju.

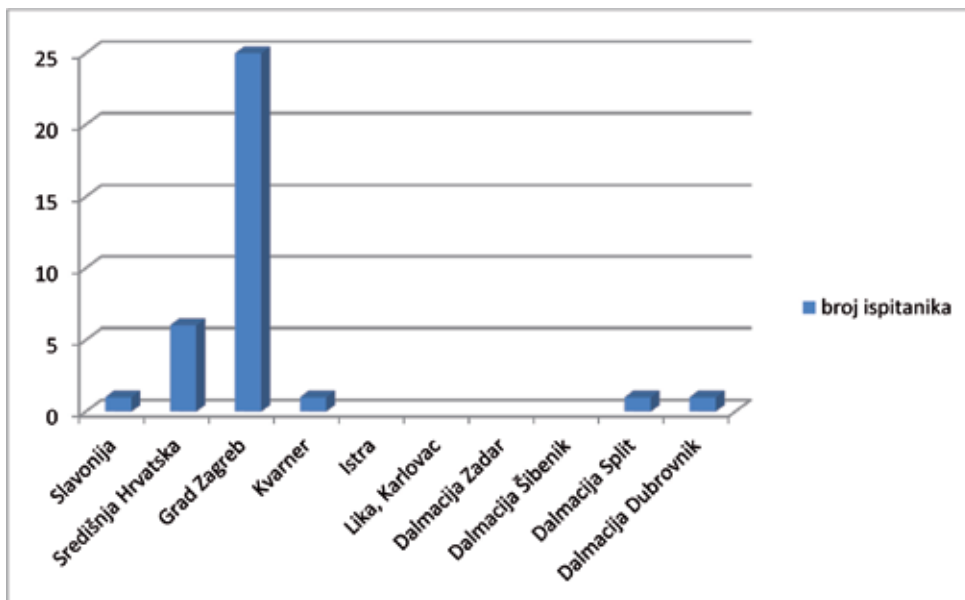
U ispitivanju je sudjelovalo 35 ispitanika u dobi od 18 do 49 godina. 46% ispitanika bile su žene, a 54% muškarci. Svi ispitanici imali su dobar vid, a oni koji koriste naočale ili leće, koristili su ih i za vrijeme ispunjavanja upitnika. Anketni upitnik je bio strukturiran u dva dijela. U prvom dijelu ispitanici odgovarali na 9 pitanja, koja su se odnosila na spol, dob, porijeklo, iskustvo korištenja interneta, osobne navike i stavove prema korištenju interneta i društvenih mreža kao izvora informacija te osobnim stavovima vezanim uz kriterije odlučivanja o turizmu. U drugom dijelu upitnika ispitanici su na temelju 5 pitanja rangirali tehničke parametre oblikovanja određenih oblika komunikacije, posebne proizvodne grupe na kojima se bazira komunikacija razvoja turističkog proizvoda, regionalne grupe prema osobnim stavovima te karakteristike promotivnih mrežnih stranica potrebne za razvoj vizualnog identiteta medijskog sadržaja.

Svi upitnici temeljeni na 35 ispitanika su obrađeni te deskriptivnom i statičkom metodom analizirani za prikaz istraživačkih rezultata.

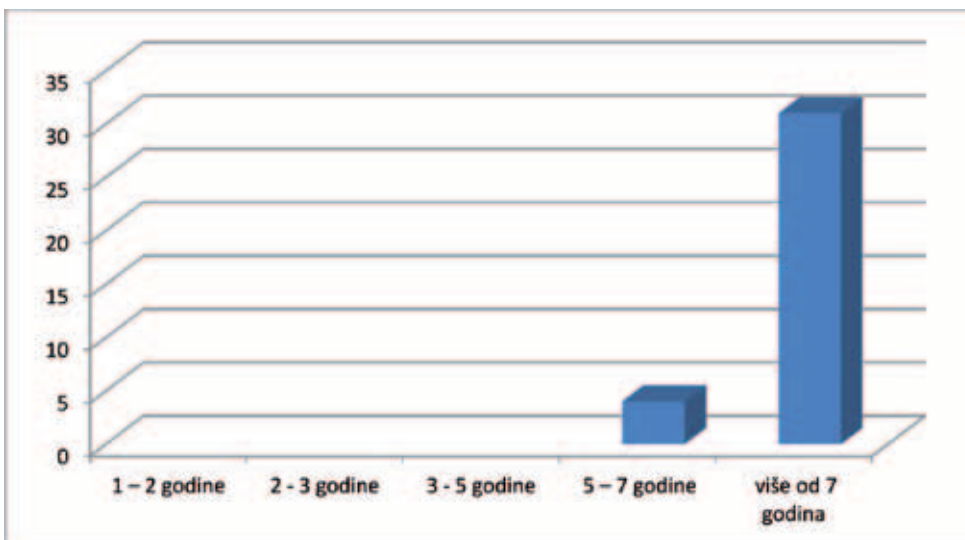
## 3. Rezultati istraživanja i diskusija

Istraživanje razvoja vizualnog identiteta važno je za ostvarivanje komunikacije putem mrežnih stranica turističkog promotivnog sadržaja, intuitivnim i jednostavnim putem. U istraživanju je sudjelovalo 19 studenata i 16 studentica preddiplomskog studija, od kojih 30 studenata pripada dobnoj skupini od 18 do 21 godina, a sukladno karakterizaciji određenoj Strategijom razvoja turizma RH do 2020. godine ispitanici pripadaju u kategoriju „Mladi“ (18 –24 godine), koja se u velikoj mjeri koristi internetom kao medijem informiranja, dok su 2 studenata u dobnoj skupini 22 do 25 godina te 3 u skupini 31 do 49 godina. Postotak ispitanika, koji se koriste internetom više od 7 godina iznosi 89%, dok se 11% ispitanika internetom koristi 5 do 7 godina. Prosječno dnevno vrijeme, koje 74% ispitanika provodi na internetu traje više od dva sata dnevno, 20% ispitanika na internetu provodi dva sata dnevno te 6% ispitanika 30 minuta do 1 sat dnevno. Internet kao informacijsko komunikacijski medij 63% ispitanika okarakteriziralo je kao odličan izvor informacija te 27% ispitanika kao dobar, u odnosu na važnost informiranja putem interneta promatrano u kulturološkom kontekstu Hrvatske. Društvene mreže koristi 94% ispitanika, čime se potvrđuje

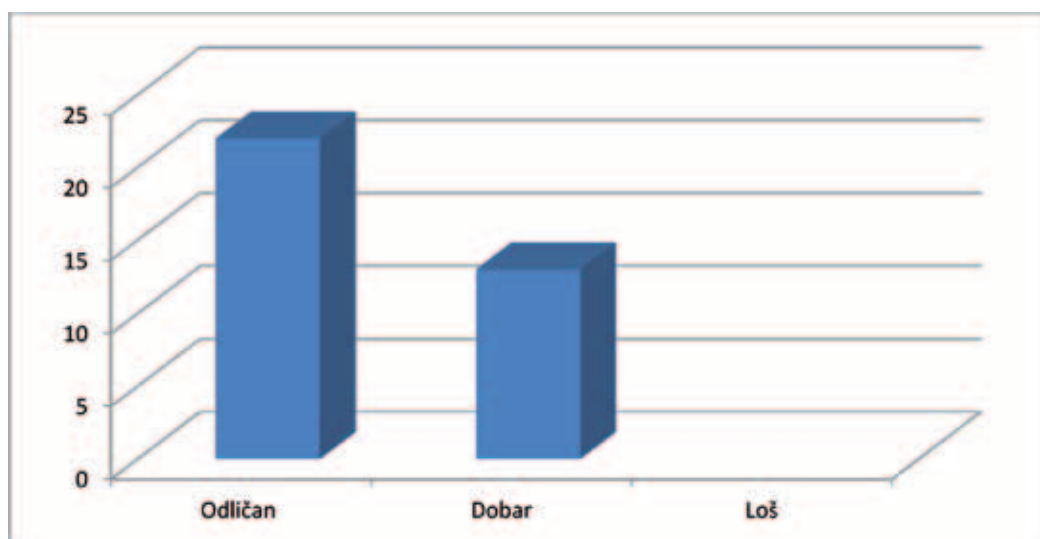
njihova važnost, kao parametra razvoja promotivnih mrežnih stranica u turizmu, koji dodatno potvrđuje vjerodostojnost informacije u realnom vremenu. Mrežne stranice, koje nude višejezičnost mogu se okarakterizirati kao razvijenije u vizualnom smislu, zbog veće informativnosti i dostupnosti većem broju korisnika, a ispitivanje je pokazalo da se 78% ispitanika, kojima je materinji jezik hrvatski najčešće koristi engleskim jezikom u svrhu informiranja na internetu, dok 22% ispitanika uglavnom koristi hrvatski jezik.



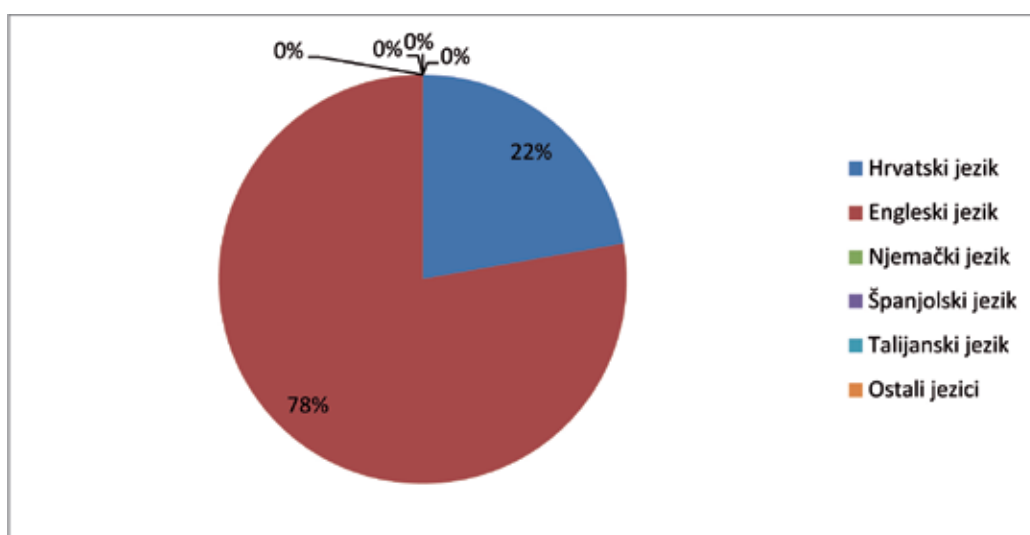
Slika 1 Kulturološki kontekst



Slika 2 Iskustvo korištenja interneta



Slika 3 Uloga interneta u komunikaciji



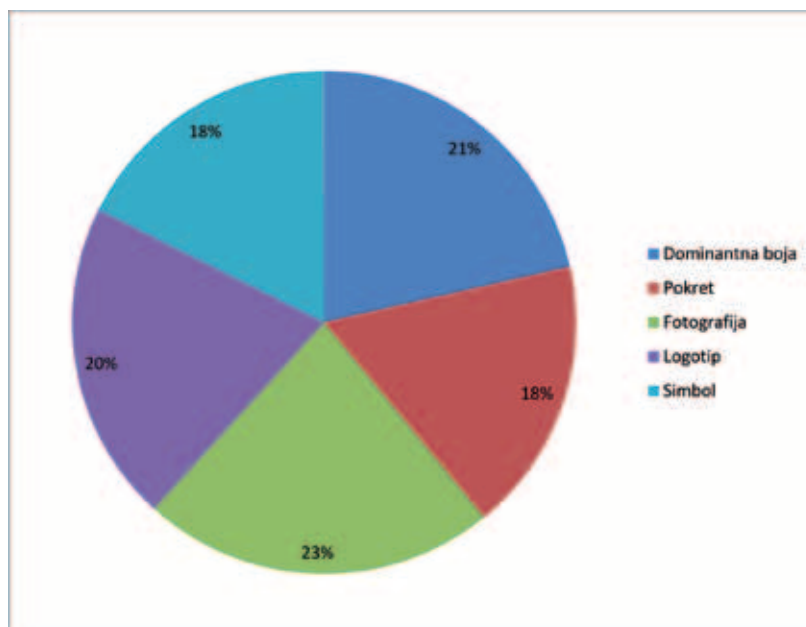
Slika 4 Jezik kao parametar komunikacije na internetu

Svoj interes za područje istraživanja 53% ispitanika izrazilo je kroz kriterij interesa za određenu proizvodnu grupu, na kojima se temelji razvoj hrvatskog turizma, a 47% ispitanika kroz lokaciju, kojom se Hrvatska vizualno prezentira kroz deset regija u kojima je potrebno razviti previđene turističke proizvode tj. proizvodne grupe.

Internetski preglednici omogućavaju pregled mrežnih stranica i time izravno utječu na informacijski put i način informiranja o turističkom sadržaju. Rezultat analize korištenja internetskih preglednika pokazuje da je najčešće korišten Chrome, besplatan preglednik tvrtke Google od strane 38% ispitanika, zatim Firefox, besplatan preglednik otvorenog koda od strane 28% ispitanika, dok Internet Explorer besplatan preglednik zatvorenog koda tvrtke Microsoft koristi 19% ispitanika i Operu besplatan preglednik zatvorenog koda tvrtke Opera 15% ispitanika. Za razvoj vizualnog identiteta mrežnih stranica u turizmu važna je prisutnost i komunikacija putem društvenih mreža, tehničkog pokretač promotivnog razvoja turizma. Istraživanje je pokazalo da većina ispitanika koristi društvene mreže, od kojih najviše YouTube 33%, Facebook 32%, Instagram 22% i 13% ispitanika najčešće koristi Tweeter. Rezultati se podudaraju i

kulturološkim kontekstom hrvatskih mrežnih turističkih stranica, koje u takvom omjeru nude informacije putem društvenih mreža YouTube i Facebook kao najčešće zastupljenih, dok su na istim mrežnim stranicama društvene mreže Tweeter i Instagram manje zastupljene, koje se temelje na dijeljenju fotografije i videa, važnih parametara za vizualni razvoj mrežnih stranica promotivnog turističkog sadržaja. Interes za pojedinu regiju važan je parametar vizualnog razvoja mrežnih turističkih stranica, s obzirom na iskazan kriterij odlučivanja u omjeru od 47% ispitanika, koji su se izjasnili da se njihova odluka o turizmu temelji na želji za posjetom određenoj lokaciji. Od deset regija u kojima je potrebno razviti previđene turističke proizvode i kojima se Hrvatska predstavlja u turističkom kontekstu, u istraživanju je iskazan najveći interes ispitanika za regiju „Dalmacija Zadar“ 14%, zatim „Dalmacija Šibenik“ 13%, „Istra“ 13%, „Dalmacija Dubrovnik“ 12%, „Dalmacija Split“ 12%, „Kvarner“ 9%, „Grad Zagreb“ 7%, „Slavonija“ 7%, „Središnja Hrvatska“ 7%, „Lika Karlovac“ 6%.

Posebne proizvodne grupe parametar je na kojem se bazira komunikacija razvoja turističkog proizvoda, a 53% ispitanika je navelo da je to ključan kriterij prilikom odlučivanja o odlasku u turizam. Najzanimljivija proizvodna grupa „Sunce i more“ odabrana prema odgovorima 14 % ispitanika, zatim „Pustolovni-sportski turizam“ za 11% ispitanika, „Gastronomija i enologija“ za 11% ispitanika, „Nautički turizam“ za 10% ispitanika, „Kulturni turizam“ za 10% ispitanika, „Ruralni planinski turizam“ za 9% ispitanika, „Cikloturizam“ za 9% ispitanika, „Ekoturizam turizam“ za 8% ispitanika, „Zdravstveni turizam“ za 7% ispitanika, „Golf“ za 6% ispitanika, „Poslovni posjet“ za 5% ispitanika. Promatrano u kulturološkom kontekstu rezultat najzanimljivije proizvodne grupe odabrane od ispitanika podudara se s klasičnom prezentacijom hrvatskog turizma kroz ideju „Sunce i more“ dok se zastupljenost ostalih parametara na hrvatskim mrežnim turističkim stranicama razlikuje od rangiranja interesa za proizvodne grupe od ispitanika, a mogao bi utjecati na vizualni razvoj mrežnih promotivnih stranica. Fotografiju 23% ispitanika smatra najvažnijim parametrom za razvoj i oblikovanje vizualnog sadržaja mrežnih stranica, dominantnu boju odabralo je 21% ispitanika, 20% logotip, 18% pokret i 18% simbol za vizualni razvoj mrežnih stranica.



Slika 5 Karakterizacija vizualnih elemenata mrežnih stranica

#### 4. Zaključak

Analiza rezultata pokazala je da su studenti Sveučilišta u Zagrebu Grafičkog fakulteta vrloiskusni korisnici interneta, kojim se koriste od najmlađe dobi, a edukacijom stječu znanja i vještine u području grafičke tehnologije i dizajna, relevantne za razvoj mrežnih stranica. Ispitanici su pozitivno ocijenili

internet i društvene mreže kao izvor informacija, putem kojeg se najčešće informiraju na engleskom jeziku, iako je hrvatski jezik materinji jezik ispitanika, čime potvrđuje uloga interneta kao aspekta planiranja putem mrežnih stranica i dostupnih online informacija te važnost uvažavanja višejezičnosti u smislu vizualnog razvoja mrežnih stranica.

Ispitanici su podjednaku važnost u odlučivanju o odlasku u turizam dali kriteriju „proizvodna grupa“, kao i „lokaciji“ čime se potvrđuje važnost informiranja u vizualnom smislu putem, koja zadovoljava oba kriterija. Vjerodostojnost informiranja, kao i promotivna aktivnost, na društvenim mrežama, potvrđena je velikom aktivnosti ispitanika, korisnika društvenih mreža, koji u najvećoj mjeri koriste YouTube i Facebook u trendu je s razvojem promotivne turističke aktivnosti razvijenih europskih zemalja. Iskazan interes za pojedinu regiju i promotivnu aktivnost, u kojima se treba razviti hrvatski turistički proizvod i bazirati komunikaciju razvoja, važni su parametri hijerarhijskog prikaza prilikom organiziranja dostupnih vizualnih informacija promotivnih mrežnih stranica. Važnost vizualnog doživljaja u smislu točnog informiranja putem promotivnih mrežnih stranica vidljiva je na temelju rezultata odgovora o ispitivanju pojedine regije. Ispitanici za regiju Lika Karlovac iskazali najmanji interes, koja se u vizualnom smislu na mrežnim stranica promovira putem videa i fotografije s prikazom najposjećenijeg nacionalnog parka u Hrvatskoj od strane domaći i stranih turista pa je vjerojatno da bi se uključujući vizualni doživljaj informaciju prenijela na način da točnije odgovara stvarnom doživljaju regije od strane mogućih posjetitelja. Također potvrđeno je da se hrvatska promotivna aktivnost iz perspektive studenta, još uvijek bazira na tradicionalnoj promociji sunčanja i kupanja. Na temelju vizualnih parametara grafičkog oblikovanja mrežnih turističkih stranica, Hrvatska planira promjenu doživljaja i pomak od tradicije „sunca i mora“, a studenti bi navedene parametre oblikovanja promotivnih mrežnih stranica prvenstveno temeljili na fotografiji, boji i logotipu, zatim pokretu i simboli. Na temelju interesa studenata Sveučilišta u Zagrebu Grafičkog fakulteta za aktualnu tematiku, koja je vezana za razvoj jednu od najjačih gospodarskih grana, a skladu s europskim trendovima, moguće je predložiti njezino uključivanje u razvoj curriculumu.

## Reference

- [1] Batat W., Prentovic S., Towards viral systems thinking: a cross-cultural study of sustainable tourism ads, *Kybernetes*, Vol. 106, no. 3-4, pp. 529-546, 2014.
- [2] Chianese A., Marulli F., Piccialli F., Benedusi P., Jung J. E., An associative engines based approach supporting collaborative analytics in the Internet of cultural things, *Future Generation Computer Systems*, Vol. 66, pp. 187-198, 2017.
- [3] Dwyer L., Edwards D., Mistilis N., Roman C., Scott N., Destination and enterprise management for a tourism future, *Tourism Management*, Vol. 30, pp. 63-74, 2009.
- [4] [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Tourism\\_statistics/hr](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Tourism_statistics/hr)
- [5] STRATEGIJA RAZVOJA TURIZMA REPUBLIKE HRVATSKE DO 2020. g. -provedba mjera turističke politike - <http://www.mint.hr/UserDocImages/130426-Strategija-turizam-2020.pdf>
- [6] Sainaghi R., Phillips P., Zavarrone E., Performance measurement in tourism firms: A content analytical meta-approach, *Tourism Management* Vol. 59, pp. 36-56, 2017.
- [7] <http://www.oecd.org/cfe/tourism/economicimpactoftourism.htm>
- [8] Andergassen R., Candela G., Figini P., The management of tourism destinations: A policy game, *Tourism Economics*, pp. 1-17, 2016.

## KOMPRACIJA KOLORNIH INKJET OTISAKA NASTALIH S LATEX STROJEVIMA 2. I 3. GENERACIJE

Igor Majnarić<sup>1</sup>, Erik Pečanić<sup>1</sup>, Ivana Bolanča Mirković<sup>1</sup>, Marko Morić<sup>2</sup>, Nemanja Kašiković<sup>3</sup>

1 Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Republika Hrvatska

2 Agencija za komercijalnu djelatnost, Zagreb, Republika Hrvatska

3 Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Novi Sad, Republika Srbija

### Sažetak

Jedan od važnijih preduvjeta za ostvarivanje veće kvalitete Inkjet tiska je bolja konstrukcija tiskarskog stroja. Pritom se ne misli samo na konstrukciju ispisne glave već i dodatak tekućina za smanjenje površinske napetosti (optimajzera). U ovom radu izvršena je komparacija 3 relevantne Inkjet tehnologije otiskivanja: Eko solventni Inkjet stroj Roland VersaCamm VS-540i, Latex Inkjet stroj II. Generacije (HP Latex 280 bez optimajzera) i Inkjet stroj III. generacije (HP Latex 360 sa optimajzerom). Rezultati pokazuju da će dodatkom optimajzera ostvariti veća kolorna vrijednost otiska koja je najviše izražena u srednjim rastertonskim područjima. Rastrirani otisci oba Latex Inkjet tiskarska stroja će sa većom površinskom pokrivenošću ostvariti i veću kolornu promjenu. Ona je najveća kod cijan Latex boja DE80%RTV=7,82 a najmanja kod žutih Latex boja DE80%RTV=3,17.

Ključne riječi: Inkjet, Eco solvent, Latex boja, Optimajzer, kolorna kvaliteta, CIE LAB DE2000

## COMPARATION OF COLOUR INKJET PRINTS PRINTED ON LATEX MACHINES II. AND III. GENERATION

### Abstract

One of the most important requirement for achieving a higher quality Inkjet printing is a better construction of the printing press. This is not only achive with better printhead structure but also with addition liquid for decrease surface tension (apply Optimizer). This paper presents comparison of 3 relevant Inkjet printing technology: Eco solvent Inkjet machine Roland VersaCamm VS-540i, Latex Inkjet machine II. generation (HP Latex 280 without Optimizer) and Inkjet machine III. generation (HP Latex 360 with Optimizer). The results show that Optimizer achieve higher Lab color value prints, which is most expressed in middle tone values. Halftone prints on both Latex Inkjet printing machine would be more surface coverage and achieve greater a color difference. It is the largest at cyan Latex ink DE80% RTV = 7.82 and the lowest in yellow latex ink DE80% RTV = 3.17.

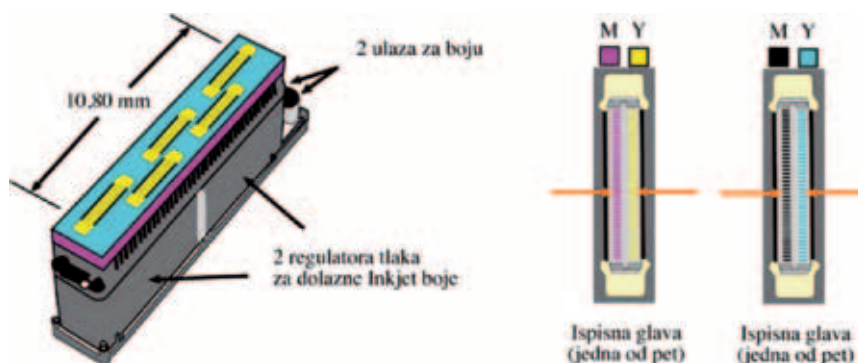
Keywords: Inkjet, Eco solvent, Latex inkjet ink, Optimajzer, Colour quality, CIE LAB DE2000

### 1. Uvod

U otiskivanju za vanjsku i unutarnju primjenu (indoor i outdoor aplikacije) postoje neprestane tendencije u poboljšanju kako tiskarskog sustava, tako i neophodnih tiskarskih materijala. Noviteti vezani za grafičke proizvode uvijek su usmjeren ka implementaciji oba smjera, kako bi se postigla njihova kompatibilnost te ostvarila maksimalna konkurentnost na tržištu. Jedan od značajnih noviteta današnjice svakako jest Inkjet sustav za otiskivanje s dodatnom jedinicom za nanašanje tekućine za smanjenje površinske napetosti. Da bi se on primjenio u području konstrukcije tiskarskih strojeva bitno je uskladiti proces njihovog ujednačenog nanošenja. To je ostvareno u tehnologiji Latex Inkjet tiskarskih strojeva. Korištenjem Latex Inkjet boja ostvarena je visoka preciznost otiska uz izvanrednu ekološku prihvatljivost. Primjenom ovakve Inkjet tehnologije i usavršavanjem novih komponenti za sušenje, troškovi primjene Latex Inkjet stroja smanjeni su značajno. Također, time je skraćeno i vrijeme realizacije gotovog proizvoda (izvodi u nekoliko minuta).

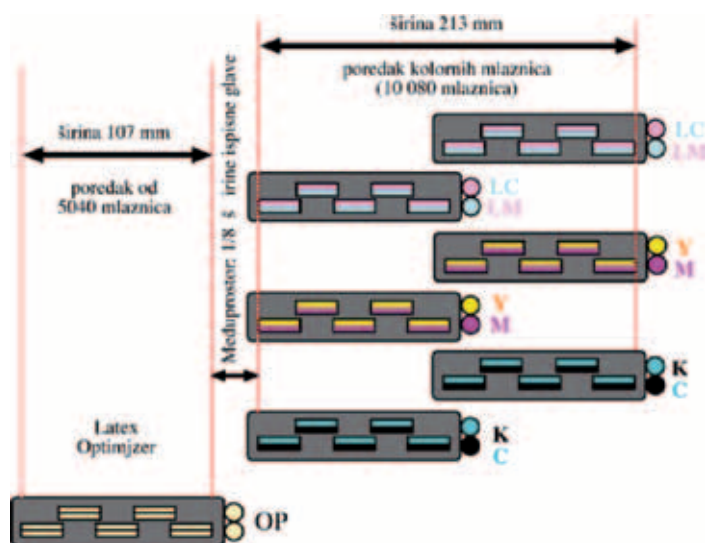
## 1.1 Konstrukcija nosača i Latex ispisne glave

Ispisna glava Inkjet stroja je najvažniji dio konstrukcije čija funkcija podrazumijeva direktan nanos boje na tiskovnu podlogu. Ona obavezno sadržava velik broj mlaznica koje izbacuju sitne kapljice boje točno kad je potrebno (drop on demand). Jedna od najzastupljenijih metoda ovakvog Inkjet otiskivanja danas je termalni princip otiskivanja. Razlog tomu je jednostavna konstrukcija ispisne glave koja osigurava kvalitetan i brz proces otiskivanja. Jedan od posljednjih noviteta upravo je konstrukcija ispisne glave HP Latexa 881 koja se značajno razlikuje od prijašnjih serija HP printera. Ispisni modul u Inkjet printeru HP Latex 881 (slika 1.) sastoji se od dvobojne konfiguracije (sa dva različita dolazna dovoda bojila) unutar kojih je smješteno ukupno 5280 mlaznica. Tako će se za otiskivanje jednog inča (2,54cm) koristiti 1200 mlaznica, odnosno širina otisnute površine u jednom prolazu iznosi 10.8cm. Volumen formiranih kapljica je mali (12 pikolitara) što vrijedi za sve ugrađene procesne boje. [1]

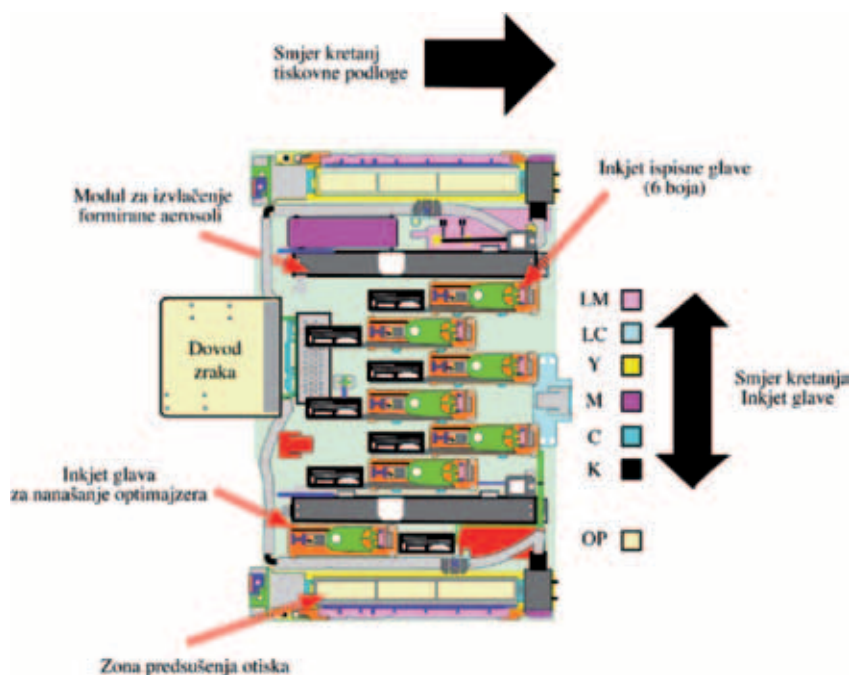


Slika 1 HP 881 ispisni modul: a) cijela ispisna glava; b) jedan kolorni modul  
(Izvor: HP 881 Latex technical white paper)

Značajan novitet razvijen od strane tvrtke HP je i tehnička izvedba čitave ispisne glave. Pozicioniranje ispisnih komponenti na pokretnom nosaču (jedinica za sušenje i modul za izvlačenje aerosol komponenti) prikazan je na slici 2. Tako organizacija i funkcionalnost svih ispisnih modula (6 kom.) sadrži više od 70 000 mlaznica. Radi boljeg razumijevanja formiranja otiska, crnim strelicama je označen smjer kretanja tiskovne podloge odnosno smjer kretanja nosača s ispisnim modulima. Točno pozicioniranje ispisnih modula na nosaču omogućuje mehaničko i elektroničko sučelje koje je upravljivo od strane samog korisnika, odnosno dizajnirane su tako da postupak kontrole i njihove eventualne zamjene bude što jednostavniji. Tako se laganim pritiskom na površinu ispisnog modula oslobađa ista (otpušta se od hvataljke) te lakoćom vadi sa nosača. Obrnutim postupkom ispisni modul se hvata za nosač čime je postupak eventualne izmjene završen.[2] Samo otiskivanje izvodi se na specifičan način, a to je da se na tiskovnu podlogu prvo nanosi jedan sloj Latex „optimizera“ koji sastavom mora biti prilagođen Latex Inkjet boji. Pritom sistem koristi dodatni ispisnu glavu prilagođenu samo za tu namjenu. Latex boja se tako nanosi na prethodno nanoseni sloj „optimizera“ gdje duplicirane ispisne mlaznice nanašaju dvije različite boje. Ovako složenom konfiguracijom ostvarena je povećana produktivnost Latex Inkjet stroja (do brzine ispisa od 77m<sup>2</sup>/h za indoor aplikacije, odnosno 120m<sup>2</sup>/h za outdoor aplikacije). Na slici 3. prikazan je shematski prikaz s pokrivenošću čitave ispisne glave. [3] Pokretni nosač Latex Inkjet glave sadrži i dva nova uređaja. To su moduli za izvlačenje nastalih aerosolnih komponenti koji su nastali tijekom otiskivanja. Aerosol je smjesa zraka i tekućih čestica, odnosno koloidno raspršenih čestica čija se prisutnost najčešće detektira kao izmaglica ili dim. One mogu biti i sastavni dio zraka, a u prirodi najčešće potječu od vulkanskih erupcija, pješčanih oluja i požara. Kako prisustvo ovih čestica utječe na Zemljinu klimu, analogno tomu oslobođene čestice aerosoli utječe i na proces Inkjet otiskivanja. [4]



Slika 2 Shematski prikaz pokrivenosti HP Latex ispisnih modula (izvor: HP 881 Latex technical white paper)



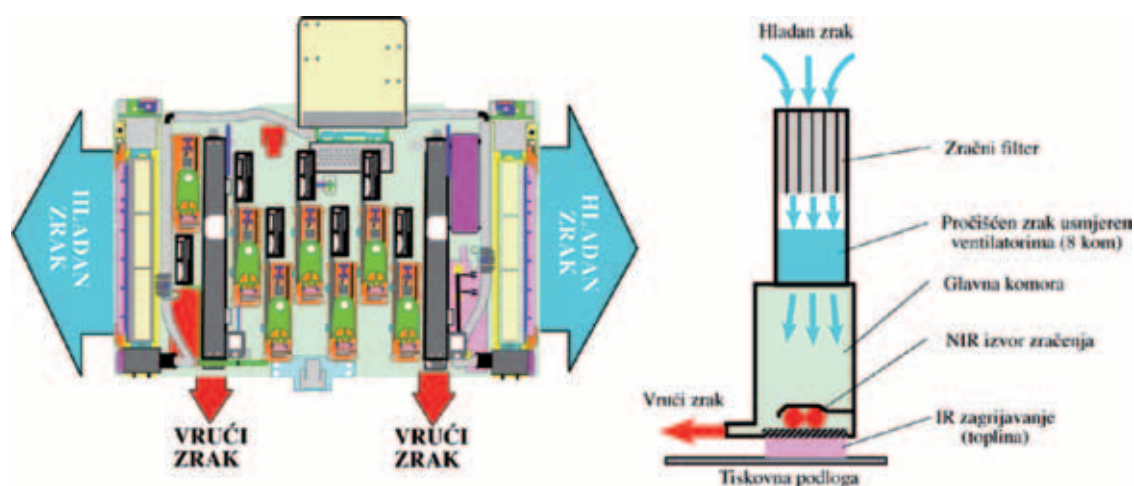
Slika 3 Shema komponenta na nosaču s HP Latex Inkjet stroja (Izvor: HP 881 Latex technical white paper)

Pri nanosu kapljica Inkjet boje na tiskovnu podlogu, u prostoru između ispisne modula i površine papira nalazi se zrak. Tokom otpuštanja kapljice iz mlaznice, stvaraju se i satelitske kapljice koje mogu ostati u okolici mlaznica. Modul za izvlačenje aerosolnih čestica funkcioniše na način da izvlači zrak iz međuprostora ispisne glave i tiskovne podloge. Aerosol je u ovom slučaju sastavljen od najfinijih mikro kapljica boje i čestica prašine. Usisavajući zrak, modul privlači neželjene čestice na svoj filter, čime Inkjet sistem čini preciznijim (bolja oštrina otiska). Ova tehnologija ne utječe na konačan volumen oslobođene kapljice već na sposobnost njenog boljeg odvajanja s mlaznice te preciznost smještaja kapljice na tiskovnu podlogu. Time je ujedno produljen životni vijek ispisnih glava te povećan servisni interval obaveznog čišćenja. [5]

## 1.2 Konstrukcija jedinice za sušenje

HP Latex Inkjet boje moraju biti osušene trenutno (unutar tiskarskog stroja). Tako će ugradnja sušača (dodatni toplinski izvor) omogućiti korisniku korištenje otiska odmah nakon izlaska iz stroja (otisak je potpuno suh). Također, u odnosu na prijašnje serije HP Latex strojeva, kombinacija HP Latex Inkjet boje i „optimizera“ smanjuje neophodnu potrošnju energije za sušenje otiska čak i do 50%. U ovakvom sustavu, zonu otiskivanja tako čine nanešena Latex Inkjet boja i „optimizer“ na tiskovnu podlogu. Posebna karakteristika ovog tiskarskog sustava je pozicija grijača. On se nalazi na samom kraju nosača. Takvom konfiguracijom poboljšava se energetska učinkovitost jer pozicioniranje NIR grijačkih lampi je tik uz tiskovnu podlogu (topli se zrak usmjerenom kreće po tiskovnoj površini). Kako su Latex Inkjet boje bazirane na vodi, ovakav proces dovesti će do isparavanja vode, dok će se preostale tekuće komponente (površinski aktivne tvari, sredstva za regulaciju viskoznosti i čestice lateks polimera i pigmenta) kondenzirati. Ova tehnologija sušenja poboljšala je iskoristivost i energetska isplativost Inkjet stroja te nepotrebno grijanje nosača i ispisnih mlaznica koje se nalaze unutar ispisne glave. Analogno tome, toplina je generirana i iskorištena u malom prostoru (samo na tiskovnoj podlozi). [6]

Na slici 4. shematski je prikazan nosač Inkjet glave u kojem su smješteni grijači (s obje strane grijača nalaze se i otvori za cirkulaciju zraka). Zrak namijenjen sušenju konstantno se upuhuje u međuprostor između ispisne glave i tiskovne podloge, dok otvori na vanjskoj strani grijača služe za odvođenje kontaminiranog zraka iz međuprostora.

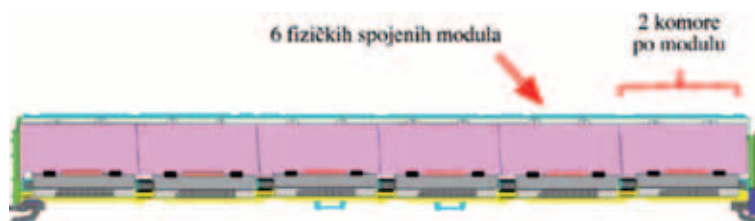


Slika 4 Shematski prikaz nosača sa sustavom za sušenje (Izvor: HP 881 Latex technical white paper)

Da bi se osigurala konstantna atmosfera (klimatski uvjeti), hladni zrak mora ući u jednu pretkomoru gdje se nalazi filter zraka. Nakon filtriranja, zrak se usmjerava do komore s osam ventilatora koji ga upuhuju u ispisnu glavnu (Plenum komoru). Komora ima funkciju izjednačavanja protočnosti zraka cijelom širinom svoje površine kako bi zrak jednoliko strujao međuprostorom ispisne glave i tiskovne podloge. U samom dnu komore zrak se izlaže djelovanju dvije NIR grijače lampe. [2] One zagrijevaju zrak indirektno (kroz stakleni prozor u dnu nosača) čime griju i tiskovnu površinu. Nakon što je zrak zagrijan, ventilatori (između pretkomore i glavne komore) potiskuju zrak paralelno s tiskovnom površinom brzinom od 12 m/s. [6]

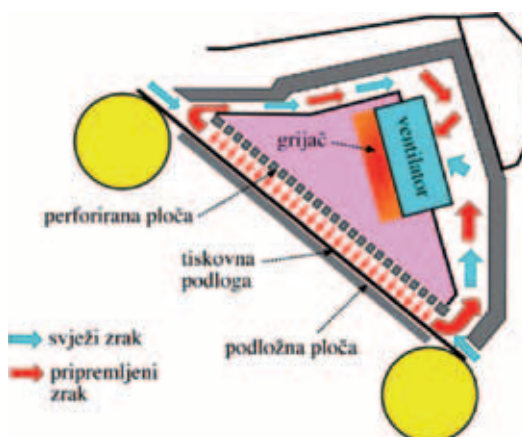
Nakon što je proces otiskivanja završen, na tiskovnoj podlozi još se mogu pronaći ostaci vode i tekućih komponenti boje. Kako bi se otisak potpuno osušio, tiskovna se podloga usmjerava prema sustavu dodatnog toplinskog sušenja. Na slici 5. prikazan je uređaj za toplinsko sušenje zračenjem. Ovisno o dimenziji stroja on sadržava različiti broj sušućih modula. Strojevi formata 1 obično sadrže šest modula, odnosno dvanaest nezavisnih komora. Svaka komora tako sadrži: grijač, ventilator, sustav zatvorenog cirkuliranja zraka te senzor za kontrolu temperature. Kako bi se uštedila energija, broj aktivnih modula

tijekom sušenja ovisiti će o veličini otisnutog motiva (površini sa tiskovnim elementima).



Slika 5 Uređaj za vanjsko toplinsko sušenje zračenjem (Izvor: HP 881 Latex technical white paper)

U slučaju nenadnog zaustavljanja stroja ili pauze u otiskivanju, uređaj odlazi u stanje pripravnosti (način rada kako bi se uštedila energija). Za to vrijeme protok zraka sveden je na minimum, odnosno ako je stanje duže od pet minuta, uređaj se potpuno gasi. Centralni ventilator tjera zrak kroz grijač u komoru snagom 900 W, iz koje se dalje usmjerava prema distribucijskim mlaznicama. Prolaskom kroz mlaznice zrak se brzinom između 10 m/s i 20 m/s usmjerava prema otisnutoj tiskovnoj površini. Zrak koji ventilator usmjerava u komoru je mješavina svježeg i kontaminiranog zraka (prethodno prošao kroz međuprostor između lispisne glave i tiskovne površine). Cirkuliranjem toplog zraka čija temperatura iznosi između 60°C i 80°C ostvaruje se i veća ušteda energije. Na slici 6. prikazan je presjek uređaja za dodatno toplinsko sušenje zračenjem.



Slika 6 Shematični prikaz komore uređaja za toplinsko sušenje zračenjem (Izvor: HP 881 Latex technical white paper)

### 1.3 Formulacija problema istraživanja

Problematika povećanja kvalitete vrlo je važna za proces otiskivanja. Samim time tranzicija iz konvencionalnog načina otiskivanja u digitalno prvenstveno provedena je u cilju da se ostvari i veća kvaliteta kolorne reprodukcije. Inkjet je NIP tehnika tiskanja koja je u najvećem usponu, jer može ostvariti visoku kolornu reprodukciju fotografske kvalitete (dodatnim otiskivanjem sekundarnih boja svjetlijih nijansi). Daljnja unapređenja kvalitete temelje se na pronalasku "savršenih" Inkjet tiskarskih boja koje su pogodnije za uspješno prihvaćanje na sve tiskovne podloge. Da se smanji raspršenje kapljica boje po tiskovnoj podlozi (veći prirast) potrebno je smanjiti površinsku napetost. To je moguće nanašanjem dodatne tekućine za smanjenje površinske napetosti.

Cilj ovoga rada utvrditi je kako nove formulacije Inkjet bojila (Latex i eco solvent) utječu na kvalitetu kolornog obojenja te da li nanošenje "optimajzer" tekućine ostvaruje poboljšanje izvedbe otisaka. Rad će

dati odgovor da li sve kolorne komponente jednako utječu na povećanje rastertonske vrijednosti, odnosno postoje li kakve oscilacije u kretanju kolornih razlika.

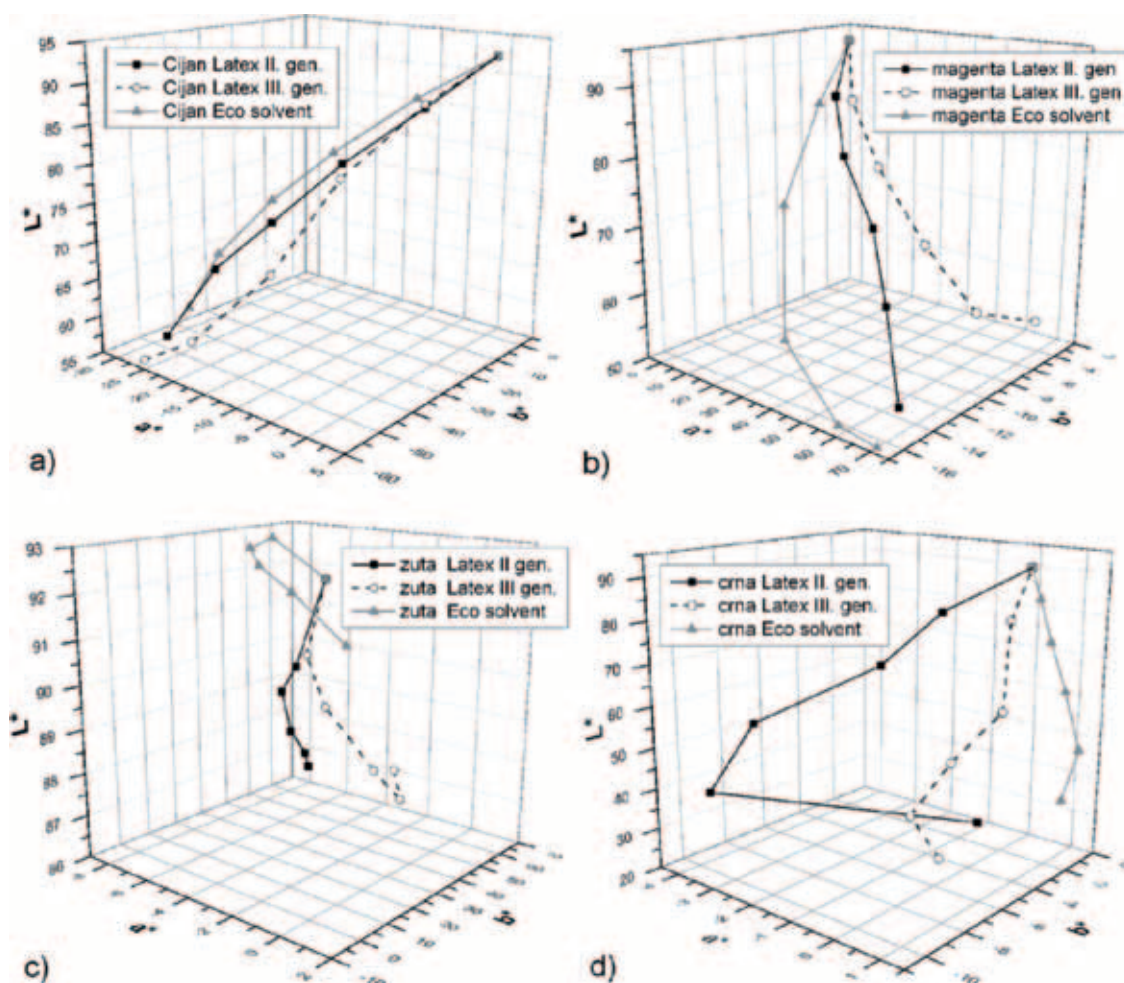
## 2. Eksperimentalni dio

Jedan od važnijih zahtjeva koji se postavljaju za tiskare su realizacija otisaka visokog raspona obojenja i njihova postojanost. Ovim radom izvršen je postupak praćenja kvalitete kolorne reprodukcije za tri Inkjet otiska koji su predstavljeni sa CMYK klinovima od četrdeset rastriranih polja (u rasponu 10% RTV do 100% RTV s gradacijom klinova od 10% RTV). Svi uzorci otisnuti su na 200 g/m<sup>2</sup> papiru za umjetnički tisak namijenjenoj za tisak plakata za unutarnju upotrebu. Kao referentni uzorak korišten je otisak otisnut na stroju Roland VersaCamm VS-540i koji koristi eko-solventnu boju Eco-Sol MAX Ink 2. Ovakav je otisak uzet kao referentni motiv jer otiskivanje eko-solventnom bojom daje otisak velike trajnosti i mehaničke otpornosti na vanjske klimatske utjecaje. Otisci koji su poslužili za potvrdu teze da će nanašanje površinsko aktivnih tekućina povećati kvalitetu reprodukcije otisnuti su na HP Latex strojevima II. i III. generacije. Predstavnik stroja II. generacije bio je HP Latex 280, dok je III. generacija predstavljena modelom HP Latex 360.

Tiskovna forma izrađena je korištenjem vektorskog programa Adobe Illustrator CS6. Pripremljeni PDF zapisi uneseni su u RIP sustave strojeva (VersaWorks 4.0. RIP za tisak na Roland VersaCamm VS-540i te Caldera Visual RIP za tisak na HP Latex strojevima II. i III. generacije). Oba RIP sustava koristili su profil ISO EURO COATED. Spektrofotometrijska mjerenja izvršena su na uzorcima otisnutih sa pokrivenošću od 20% RTV, 40% RTV, 60% RTV, 80% RTV te na polju punog tona (100% RTV). Prilikom mjerenja korišten je spektrofotometrijski uređaj X-rite eXact koji je svojom povezanošću s računalom automatski unosio izmjerene CIE L\*a\*b\* podatke. Promjene nastala tijekom različitog Inkjet otiskivanja izrazila se kao razlika u obojenju. U ovom radu primijenjena je formula CIE Lab  $\Delta E$  2000. Izmjerene CIE L\*a\*b\* vrijednosti su se nakon analize grupirale, izračunate su vrijednosti razlike u obojenju ( $\Delta E$ ) te su uvrštene u računalni program OriginPro 8.5.

## 3. Rezultati i diskusija

Pri otiskivanju kolornih aplikacija moguće je koristiti jeftina eko solventna Inkjet bojila ali i suvremena Latex Inkjet bojila. Osim sastava njihova velika razlika je i u mehanizmu sušenja. Eko solventne Inkjet boje prvenstveno suše hlapljenjem (smanjuje konačan nanos bojila na tiskovnoj podlozi), dok latex bojila suše uz djelovanje topline (polimerizacija boje) Na slici 7. prikazani su trodimenzionalni grafikoni Rolandovih VersaCamm VS-540i otisaka (eko-solventna Inkjet boja) HP Latexa II. generacije (bez optimajzera) i HP Latex III. generacije (sa optimajzerom).



Slika 7 LAB 3D grafički prikaz otisaka otisnutih sa Rolandom VersaCamm VS-540i, HP Latexom 280 i HP Latexom 360: a) cijan; b) magenta; c) žuta; d) crna

Cijan krivulje reprodukcije su se pokazale najujednačenijim (sve 3 krivulje zadržavaju linearnost). Krivulja eco solventnog bojila je najkraća što ujedno znači i najmanji tonski raspon. Krivulja cijan reprodukcije HP latexa III. generacije je najduža. Samim time dodatkom optimajzera povećati će se raspon cijan obojenja te je reprodukcija bolja. Povećanjem rastertonske vrijenosti ostvaruje se i veća odstupanja između Inkjet boja odnosno različita kolorna pokrivenost.

Magenta separacija također zadržava svoju linearnost. Međutim, glavnina promjena nastala je po koordinati  $L^*$  (otisci se mjenjaju više po svjetlini a manje po kromatičnosti). Povećanjem pokrivenosti dolazi do oscilacije po koordinati  $b^*$  što znači da eco solventna Inkjet boja ostvaruje veće zasićenje od Latex Inkjet boja. Samim dodatkom transparentnog "optimajzera" zasićenje magente će se smanjiti. Tonska krivulja žute separacije otisnute s eco solventnim Inkjet bojom nepravilnog je oblika (povećanjem RTV-a nedešava se linearna promjena po svjetlini). Rezultat toga ostvaren je zbog velikog udjela svjetline koja se osim podloge dobiva prirodno ugrađenim žutim pigmentima. Najveći dužinski raspon ostvaruje Latex Inkjet boja III. generacije. Takvi otisci su zasićeniji (čišći) i nisu kontaminirani s crvenom (koordinata  $a^*$  je bliža ishodištu a žuta koordinata visokom vrijednošću).

Akromatske crne tonske krivulje ostvaruju promjene i po svjetlini i po kromatičnosti. Najdužu krivulju ima crni otisak otisnut s Latex Inkjet bojom II. generacije (bez optimajzera). Međutim, u tamnijim rastertonskim područjima nastaju veće promjene po kromatičnosti zbog prevelikog nanosa Inkjet bojila. Samim time tisak na mat papiru zahtjevat će izvođenje linearizacije, odnosno smanjenje total ink limita

po crnom kanalu. Time se u Inkjetu indirektno smanjuje količina nanešene boje (protočnost).

Detaljniju kolorimetrijsku analizu moguće je napraviti direktnom komparacijom otisnutih uzoraka. Pritom se izračunava razlika u obojenju CIE LAB DE, CIE LAB DL, CIE LAB DC i CIE LAB DH. U tablici 1. i tablici 2. prikazane su razlike između Inkjet Latex II. generacije i Inkjet Latex III. generacije, Latexa II. generacije i eco solventne Inkjet boje i Inkjet Latex III. generacije i eco solventne Inkjet boje.

Tablica 1 Eksperimentalno ostvarene kolorne promjene na cijan i magenta otiscima

<b>C_20% RTV-a</b>	$\Delta E_{90}$	$\Delta L_{90}$	$\Delta C_{90}$	$\Delta H_{90}$
Latex II_Latex III	0,80	-0,37	-0,31	-0,64
Latex II_Eco solvent	1,36	-0,73	-0,63	0,96
Latex III_Eco solvent	1,70	-0,36	-0,31	1,63

<b>C_40% RTV-a</b>	$\Delta E_{90}$	$\Delta L_{90}$	$\Delta C_{90}$	$\Delta H_{90}$
Latex II_Latex III	1,63	1,10	-0,76	-0,93
Latex II_Eco solvent	1,44	-0,79	-0,15	1,19
Latex III_Eco solvent	2,95	-1,89	0,64	2,17

<b>C_60% RTV-a</b>	$\Delta E_{90}$	$\Delta L_{90}$	$\Delta C_{90}$	$\Delta H_{90}$
Latex II_Latex III	5,13	4,76	-1,16	-1,52
Latex II_Eco solvent	2,24	-1,86	0,62	1,08
Latex III_Eco solvent	7,34	-6,62	1,79	2,62

<b>C_80% RTV-a</b>	$\Delta E_{90}$	$\Delta L_{90}$	$\Delta C_{90}$	$\Delta H_{90}$
Latex II_Latex III	7,82	7,39	-2,19	-1,31
Latex II_Eco solvent	1,57	-1,40	0,49	0,53
Latex III_Eco solvent	9,38	-8,79	2,69	1,86

<b>C_100% RTV-a</b>	$\Delta E_{90}$	$\Delta L_{90}$	$\Delta C_{90}$	$\Delta H_{90}$
Latex II_Latex III	2,92	2,57	-1,36	-0,28
Latex II_Eco solvent	3,89	-3,73	0,97	-0,52
Latex III_Eco solvent	6,72	-6,29	2,33	-0,28

<b>M_20% RTV-a</b>	$\Delta E_{90}$	$\Delta L_{90}$	$\Delta C_{90}$	$\Delta H_{90}$
Latex II_Latex III	2,24	0,54	-1,67	-1,39
Latex II_Eco solvent	3,88	-0,04	-3,86	-0,42
Latex III_Eco solvent	2,56	-0,58	-2,22	1,15

<b>M_40% RTV-a</b>	$\Delta E_{90}$	$\Delta L_{90}$	$\Delta C_{90}$	$\Delta H_{90}$
Latex II_Latex III	2,79	1,78	-1,26	-1,75
Latex II_Eco solvent	5,56	1,80	-5,14	1,10
Latex III_Eco solvent	5,07	0,02	-3,98	3,14

<b>M_60% RTV-a</b>	$\Delta E_{90}$	$\Delta L_{90}$	$\Delta C_{90}$	$\Delta H_{90}$
Latex II_Latex III	4,47	3,79	-0,98	-2,16
Latex II_Eco solvent	7,86	4,44	-6,19	1,96
Latex III_Eco solvent	6,85	0,64	-5,23	4,38

<b>M_80% RTV-a</b>	$\Delta E_{90}$	$\Delta L_{90}$	$\Delta C_{90}$	$\Delta H_{90}$
Latex II_Latex III	5,92	4,73	-1,64	-3,15
Latex II_Eco solvent	7,71	5,49	-5,30	1,12
Latex III_Eco solvent	5,88	0,76	-3,67	4,52

<b>M_100% RTV-a</b>	$\Delta E_{90}$	$\Delta L_{90}$	$\Delta C_{90}$	$\Delta H_{90}$
Latex II_Latex III	5,07	-1,55	0,34	-4,82
Latex II_Eco solvent	2,17	-0,03	-2,09	0,60
Latex III_Eco solvent	6,23	1,51	-2,43	5,53

Izračunom razlike u obojenju otisaka [CIE LAB DE2000] moguće je precizno detektirati razlike između različitih generacija Latex Inkjet boja. Povećanjem površine pokrivenosti ostvaruje se i veća kolorna razlika. Međutim, to ne vrijedi i za potpunu pokrivenost (100% RTV-a). Tako će površinska pokrivenost od 80% RTV-a dati najveću razliku u obojenju, odnosno kontroliranim dodatkom "optimajzera" ostvariti će se ujedno i eksperimentalno najveća kolorna razlika u obojenju.

Nanosom optimajzera neće imati isti učinak na realiziranu kolornu razliku u obojenju papirnih otisaka. Tako će se najveća kolorna promjena ostvariti kod cijan Latex boja DE80%RTV=7,82 a najmanja kod žutih Latex boja DE80%RTV=3,17. Obje promjene vidljive su ljudskim okom i predstavljaju značajnu varijaciju obojenja koja može biti prihvaćena za visokokvalitetno probno otiskivanje. Dodatak optimajzera trebao bi ostvariti puno veći učinak na zahtjevnijim (neupojnijim PP, PVC i PC) tiskovnim podlogama što je plan budućeg istraživanja. Dodatkom optimajzera puni tonovi (100% RTV-a) će također doživjeti vidljive kolorne promjene. Međutim one se detektiraju kod drugačijih nijansi. Tako će magenta Latex bojila ostvariti najveću kolornu razliku DE100%RTV= 5,07 a dok će najmanja biti na cijan otisku DE100%RTV=2,92. Samim time dokazana je potreba za dodatnim procesom linearizacijske korekcije.

Tablica 2 Eksperimentalno ostvarene kolorne promjene na žutim i crnim otiscima

<b>Y_20% RTV-a</b>	$\Delta E_{00}$	$\Delta L_{00}$	$\Delta C_{00}$	$\Delta H_{00}$
Latex II_Latex III	0,63	-0,17	0,22	0,56
Latex II_Eco solvent	3,27	-1,49	-2,82	-0,72
Latex III_Eco solvent	3,59	-1,32	-3,04	-1,38

<b>Y_40% RTV-a</b>	$\Delta E_{00}$	$\Delta L_{00}$	$\Delta C_{00}$	$\Delta H_{00}$
Latex II_Latex III	1,74	0,09	-0,16	1,73
Latex II_Eco solvent	3,02	-1,87	-2,19	-0,93
Latex III_Eco solvent	3,90	-1,96	-2,01	-2,71

<b>Y_60% RTV-a</b>	$\Delta E_{00}$	$\Delta L_{00}$	$\Delta C_{00}$	$\Delta H_{00}$
Latex II_Latex III	2,81	0,25	0,59	2,74
Latex II_Eco solvent	2,73	-2,49	-0,40	-1,04
Latex III_Eco solvent	4,78	-2,74	-0,99	-3,79

<b>Y_80% RTV-a</b>	$\Delta E_{00}$	$\Delta L_{00}$	$\Delta C_{00}$	$\Delta H_{00}$
Latex II_Latex III	3,17	0,48	-1,20	2,89
Latex II_Eco solvent	2,84	-2,60	-1,05	-0,42
Latex III_Eco solvent	4,57	-3,08	0,14	-3,38

<b>Y_100% RTV-a</b>	$\Delta E_{00}$	$\Delta L_{00}$	$\Delta C_{00}$	$\Delta H_{00}$
Latex II_Latex III	3,93	-0,03	-3,06	2,47
Latex II_Eco solvent	4,38	-1,95	-3,77	1,08
Latex III_Eco solvent	2,54	-1,92	-0,72	-1,49

<b>K_20% RTV-a</b>	$\Delta E_{00}$	$\Delta L_{00}$	$\Delta C_{00}$	$\Delta H_{00}$
Latex II_Latex III	1,99	0,04	-0,12	-1,99
Latex II_Eco solvent	3,42	-0,54	2,92	-1,69
Latex III_Eco solvent	3,12	-0,58	3,03	-0,51

<b>K_40% RTV-a</b>	$\Delta E_{00}$	$\Delta L_{00}$	$\Delta C_{00}$	$\Delta H_{00}$
Latex II_Latex III	4,70	2,47	-0,92	-3,90
Latex II_Eco solvent	5,62	-1,20	4,72	-2,81
Latex III_Eco solvent	6,78	-3,67	5,55	-1,33

<b>K_60% RTV-a</b>	$\Delta E_{00}$	$\Delta L_{00}$	$\Delta C_{00}$	$\Delta H_{00}$
Latex II_Latex III	5,90	3,32	2,04	-4,43
Latex II_Eco solvent	9,26	-2,07	7,32	-5,29
Latex III_Eco solvent	8,23	-5,39	5,18	-3,43

<b>K_80% RTV-a</b>	$\Delta E_{00}$	$\Delta L_{00}$	$\Delta C_{00}$	$\Delta H_{00}$
Latex II_Latex III	5,35	2,71	3,54	-2,95
Latex II_Eco solvent	11,11	-3,14	7,59	-7,48
Latex III_Eco solvent	8,93	-5,85	4,02	-5,42

<b>K_100% RTV-a</b>	$\Delta E_{00}$	$\Delta L_{00}$	$\Delta C_{00}$	$\Delta H_{00}$
Latex II_Latex III	3,38	2,17	-2,07	-1,56
Latex II_Eco solvent	5,33	-4,57	0,53	2,69
Latex III_Eco solvent	8,27	-6,74	2,60	-4,04

#### 4. Zaključak

Za potrebu visokokvalitetnog otiskivanja potrebno je smanjiti površinsku napetost tiskovne podloge. Zbog toga je Inkjet ispisnoj glavi dodana jedinica za distribuciju tekućine za smanjenje površinske napetosti (optimajzera).

Otisci nastali Inkjet oplemenjivanjem pokazali su se najboljim i CMYK krivulje tonske reprodukcije su najduže, dok su puni tonovi imaju najudaljenije kromatske koordinate.

Rastrirani otisci oba Latex Inkjet tiskarska stroja će sa većom površinskom pokrivenošću ostvariti i veću kolornu promjenu CIE LAB DE2000. Ona je uvijek veća u odnosu na puni ton. Samim time u najtamnijim djelovima slike (3/4 tonovi) ostvariti će se najveća promjene u cijanu DE80\_100%RTV= 4,90 a najmanje u žutoj DE80\_100%RTV= 0,76.

Pri primjeni svih triju Inkjet boja nije potrebna veća korekcija žutih i crnih krivulja reprodukcije (sadržavaju izraženu komponentu L\*). Međutim, separacija cijana i magente zahtjevaju obaveznu linearizaciju otisaka.

#### Literatura

- [1] [www.hp.com/hpinfo/newsroom/press\\_kits/2013/.../Latex\\_WhitePaper.pdf](http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press_kits/2013/.../Latex_WhitePaper.pdf); pristup 12. 02. 2017.
- [2] [www.manualshelf.com](http://www.manualshelf.com) > Brands > HP Manuals > Other > HP Latex 360 Printer
- [3] Majnarić, I.; Osnove digitalnog tiska, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, ISBN 978-953-7644-13-0; p.202.; Zagreb 2016.
- [4] <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118591976.html>; pristup 12. 02. 2017. (Hinds, William C.; .Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., Toronto, Canada,
- [5] <https://www.nasa.gov/centers/langley/news/factsheets/Aerosols.html> (pristup 27.05.2016.)
- [6] [www.hp.com/hpinfo/newsroom/press.../2011/HPLatexSummit/LatexTechnology.pdf](http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press.../2011/HPLatexSummit/LatexTechnology.pdf); (HP Latex Printing Technologies 2012\_ US\_final. pristup 12. 02. 2017.)
- [7] [www.hp.com/hpinfo/newsroom/press\\_kits/2013/.../10\\_Things\\_About\\_HP\\_Latex.pdf](http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press_kits/2013/.../10_Things_About_HP_Latex.pdf); (About HP Latex Printing Technology, pristup 12. 02. 2017.)

Korespondencija: majnari@grf.hr; GRF, Getaldićeva 2, 10 000 Zagreb

## NEAR-INFRARED SPECTROSCOPY OF PRINTING DYES AND PIGMENTS

Jana Žiljak Vujić<sup>1,2</sup>

jana@ziljak.hr

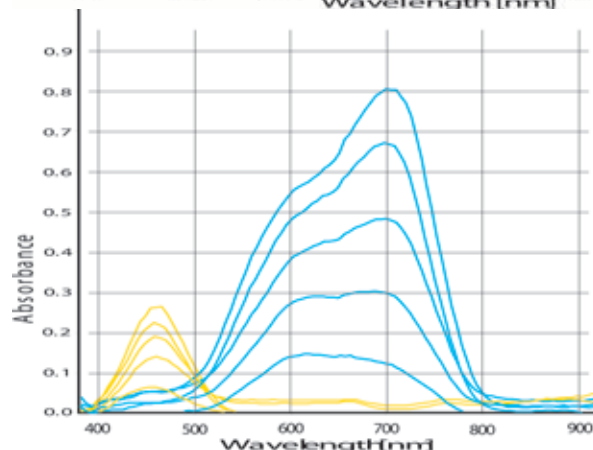
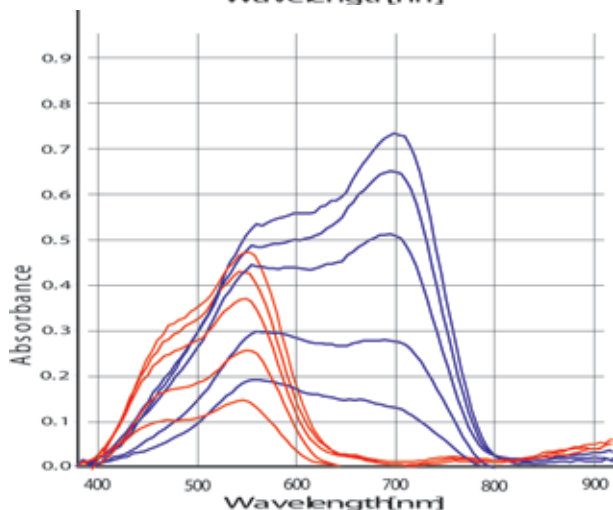
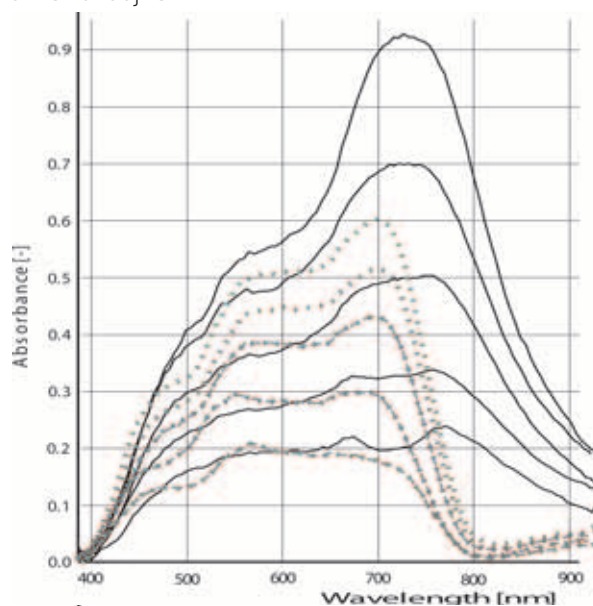
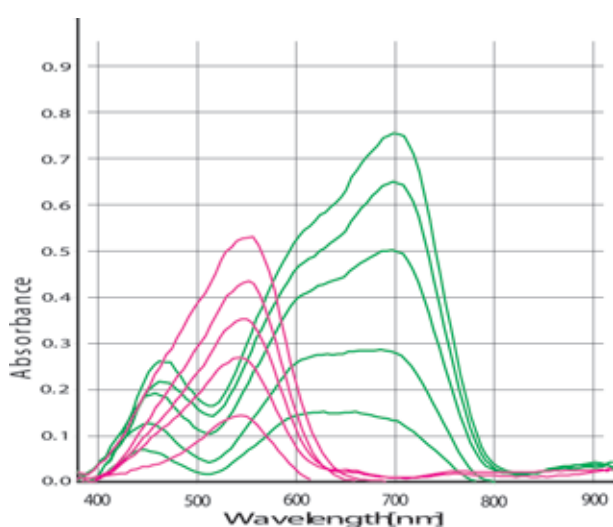
<sup>1</sup>Tehničko veleučilište Zagreb, Vrbik 8, Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup>Sveučilište Sjever, Trg dr. Žarka Dolinara 1, Koprivnica, Hrvatska

### Sažetak

Sistematski su uređeni apsorpcijski spektri procesnih bojila za tisak na papiru, svili, polipropilenu i platnu u prvoj polovici bliskog infracrvenog područja. Ciljano miješanja bojila i pigmentata usmjerno je prema izradi blizanca bojila po teoriji INFRAREDESIGNR, a za postizanje nevidljive slike, zaštićene informacije izvedene tiskarskom tehnologijom. Spektroskopija u bliskom infracrvenom prostoru do 1000 nm, NIRS1, daje informaciju i o komponentama: cijana, magente, žute i crnog tiskarskog bojila u pojedinačnim parovima blizanca boja. Apсорpcijski spektri su razdjeljeni prema tehnici tiska: offset, sitotisak, digitalni tisak, a prma njima svojstvenim bojilima. Analiza spektrograma pojedinih bojila sugerira slijedeću iteraciju određivanja sastavakomponenti procesnih bojila. Modeli međuzavisnosti parova bojilaV (vizualno) i Z (blisko infracrveno) uključuju svojstva tiskarske tehnologije, transparentnosti bojila, penetraciju bojila u materijale na koje se bojila nanose. NIRS1 spektroskopija proširuje istraživanja uprostoru sakrivene grafike, sigurnosne tiskarske tehnologije.

**Ključne riječi:** NIR spektroskopija, sigurnosna grafika, blizanci bojila

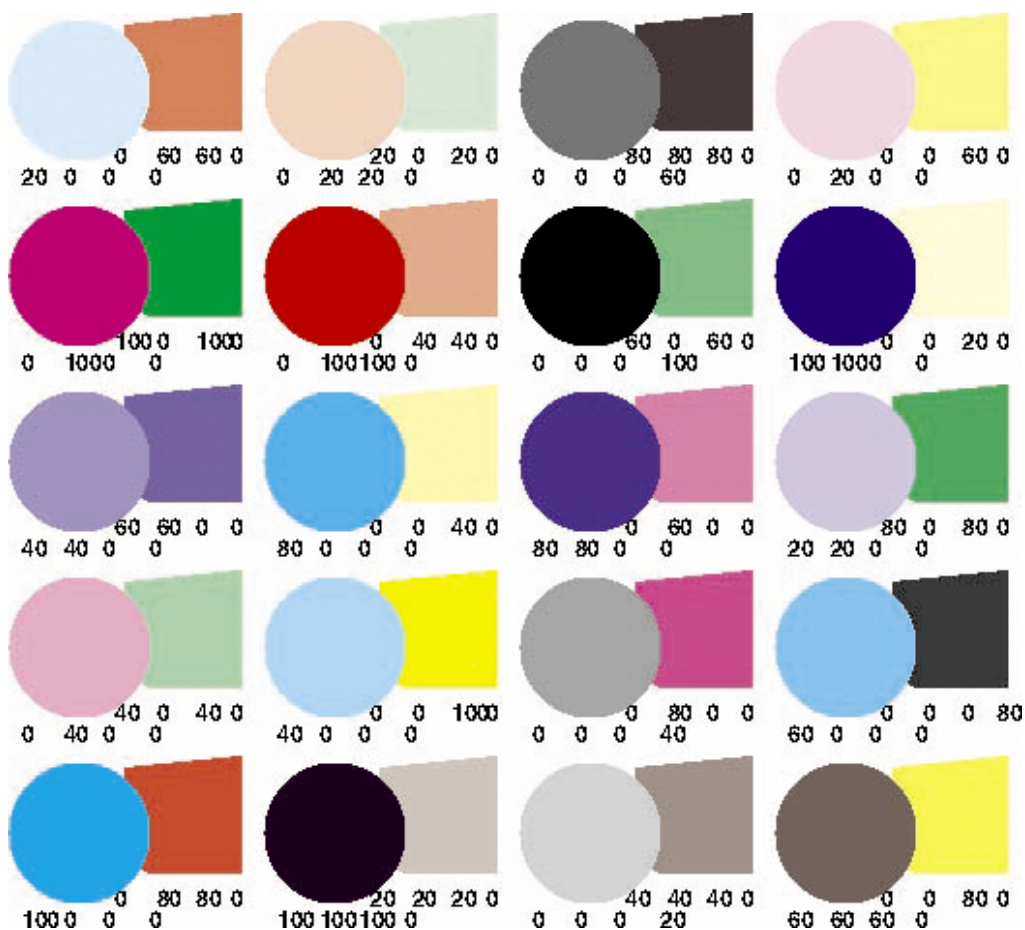


### 1. Near infrared spectroscopy

Za tiskarske boje je napravljena spektroskopija. Digitalni tisak je izveden konvencionalnim tonerom na pisaču OKI-ES5431. Svaka od boja: cijan, magenta, žuta, zelena, crvena, plava i crna otisnute su u stepenicama pokrivenosti s razmakom od 20%. Oznake su: C, M, Y, G, R, B i K. Posebno se je pripravila siva boja sa komponentama cijanom, magentom i žutom. U ovom radu je označena kao slovom S. Otisci osam boja se prikazuju kroz 40 grafikona apsorpcije sunčanog svjetla. Zelena boja se programirala kao jednaki udjeli žute i cijana. Crvena boja je otisnuta sa jednakim udjelom magente i žute. Plava boja je mješavina magente i cijana.

Boje žuta, magenta i cija imaju pik apsorpcije na 460, 560 i 700 nm. Zelena boja ima dva pika upravo na mjestima svojih sastavnica C i Y. Plava boja ima pik na istom mjestu gdje ga ima i cijan, ali ima i „uzdignuto koljeno“ na 600 nm. Zbog superozicije cijana i magente. Crvena boja ima pik na istojpoziciji gdje ga ima magenta (650 nm) ali zbog jednakog udjela žute pokrivenosti, pojavljuje se dodatno koljeno na 460 nm. Svih spomenutih šest bojila nemaju pozitivno svojstvo apsorpcije svjetla iznad 800 nm. Plava boja i cijan boja protežu svoje pozitivno apsorpcijsko svojstvo dalje od 700 nm. Budući da se S boja sastoji od C + Y + M boja, niti ta boja ne apsorbira svjetlost iznad 800 nm. Naše oči doživljavaju boj S kao crnu, kao i boju K. Nasuprot, crni toner, crna boja, nazvana „Karbon black“ apsorbira svjetlo dalje od 800 nm. U cijelom eksperimentalnom dizajnu koncentracija je na miješanje svih boja međusobno. Budući da imamo dvije crne boje S i K koje su jednakog doživljaja za naše oči, a različito apsorbiraju svjetlo iznad 800 nm , razvijena je teorija pod nazivom INFRAREDESIGN®.

U nastavku ovog rada razvija se upravljanje sa slikama u vidnom i bliskom infracrvenom spektru stvarajući dvostruke informacije na istom mjestu. Razvijene su i dvostruke kamere s kojima se razlučuju dvije slike, dva stanja otiska u različitim područjima svjetlosti.



## BLIZANCI BOJA U VIZUALNOM I INFRACRVENOM SPEKTRU

Vilko Žiljak<sup>1,2,4</sup>, Rajendrakumar Anayath<sup>3</sup>, Darko Agić<sup>1,4</sup>

1 HATZ Zagreb,

2 Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet

3 The Technological Institute of Textil & Science, Birla Colony, Bhiwani, India 4 Tehničko Veleučilište u Zagrebu

### Sažetak

Generiranje blizanaca iznimno je važan korak kod CMYKIR tehnologije. Eksperimentalno je razvijen postupak za stvaranje bojila gdje su različiti udjeli procesnih CMYK komponenti, ali se postiže isti ton boje. U vizuelom dijelu 400-700 nm spektrofotometrijske krivulje promatranih boja su jednake, dok se u proširenom području bliskog infracrvenog spektra apsorpcije razlikuju. Razlika apsorpcije u NIR dijelu spektra promatra se i verificira instrumentalno namjenskom Z-NIR kamerom. Najveća razlika kod apsorpcije dvojnih boja-blizanaca je kod 850 nm. Područje spektra između 700 i 850 nm naziva se Z1 domena, gdje se iskazuje međusobno razdvajanje. Razlika između Z blizanaca bojila određuje se na 1000nm. Za kontrolirano miješanje bojila sa ciljem postizanja slike nevidljive u vidljivom dijelu spectra razvijeni su namjenski algoritmi. Primjena ovog postupka proširuje metodu sigurnosne grafike i dvojne slike na široku paletu materijala kao što su koža, polipropilen, papir. U radu su prikazani rezultati za zeleno bojilo za najveće zasićenje za ograničenje po CMYKIR metodi.

Ključne riječi: dvojne boje, cmykir tehnologija, bliski IR spektar, z parameter, sakrivena grafika

## TWIN COLORS IN VISUAL AND INFRARED SPECTRUM

### Abstract

Twin colors generating is crucial step at CMYKIR technology. Procedure for originating dyes with different portions of process CMYK components, but achieving the same hue, is experimentally developed. Absorption differences in NIR part of the spectrum are observed and instrumentally verified via dedicated Z-NIR camera. The largest absorption difference of twin dyes occurs at 850 nm. Spectral area between 700 and 850 nm is called Z1 domain, where mutual differentiation is rendered. Difference between Z-twins is defined at 1000 nm. For controlled dyes mixing with aim of achieving images non visible in visual spectrum dedicated algorithms are developed. Application of this procedure broadens method of secure graphics and dual images on wide palette of materials such as leather, polypropylene, paper. Work presents results for green dye with outmost saturation, with abridgement according CMYKIR method.

Keywords: color twins, visual and near infrared, Z-NIR camera, hidden graphic

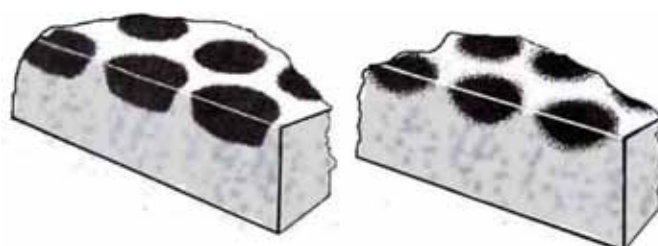
### Uvod

Tehnologija dvojne slike, podrazumijeva dvije slike, jedne vizuelne i sekundarne zaštićene i sakrivene u bliskom infracrvenom (NIR) dijelu spektra (1). Druga slika, obzirom da je izvan vidljivog dijela spektra može se vizualizirati u vidljivu instrumentalno pomoću adaptirane kamere osjetljive samo u NIR spektru, označene i opisane kao Z kamera. Dvojne slike su građene na poseban način, tako da se svaki ton, intenzitet i zasićenost neke boje u vizuelnom može prikazati višeznačno. Tu višeznačnost bazično omogućuje način garfičkog generiranja boja te mogućnost da se većina postignutih boja može višeznačno definirati sa ili bez crne, a da se u vizuelnom dijelu spektra ne vidi razlika. Grafička reprodukcija osim primarnih subtraktivnih boja koristi i dodatnu, a po nekima i ključnu četvrtu boju, crnu, koja je u programskim aplikacijama definirana kao četvrti kanal. Isto kao i kod kromatskih boja i crna ima karakteristične krivulje reprodukcije koje se mogu podešavati i kontrolirati. CMYKIR teorija dvojne slike a time i CMYKIR tehnologija manipulira podešavanjem CMY i CMY+K reprodukcijских kombinacija kako bi se postigla odvojena slika vizuelna (V slika) te sakrivena i osigurana slika (Z slika) u NIR području za Z (NIR) vizualizaciju (2). Za uspješnost metode dvojnih slika detaljno poznavanje tehničkih i tehnoloških

reprodukcijских parametara je neophodno, uz poznavanje refleksijskih/apsorpcijskih svojstava boja i bojila kao i ostalih mogućih faktora koji utječu na vizuelizaciju.

### Bojila i podloge koje se koriste

Svako reprodukcijско okruženje koristi neka određena bojila koja se nanose na željeni substrat. Fizikalno-kemijska svojstva bojila i substrata-podloga za pojedine načine otiskivanja bitno se razlikuju, tako da se za većinu procesa otiskivanja trebaju odrediti namjenskim parametri, koji se neprenosivi za neko drugo okruženje, a osiguravaju vizuelni odziv reprodukcije boja, bliski infracrveni odziv za instrumentalno očitavanje ali i tehničke značajke za pojedini način otiskivanja (3). Svaki parameter u procesu otiskivanja može značajno djelovati na konačni (uspješni) ishod reprodukcije primarne i sekundarne slike. Ako se razmotri samo jedna od situacija, otiskivanje suhim tonerom ili tekućim bojilom na podlogu, postaje očito da prenošenje parametara između medija u pravilu neće polučiti uspjeh. Sl 1., shematski prikaz.



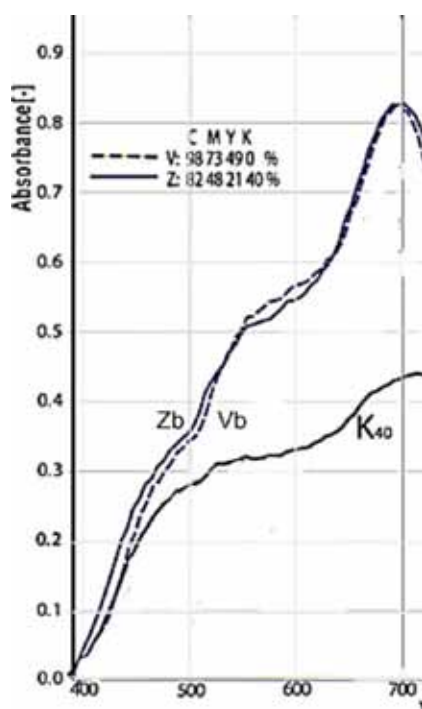
Slika 1 suha i tekuća bojila, shematski prikaz

Ako se pretpostavi situacija otiskivanja na papinatu podlogu sa tekućim bojilom (lijevo) i praškastim tonerom razlike su očite. Ovisno o substratu i njegovim reološkim svojstvima, mogućim premazom na površini, svojstvima bojila kao i njihovim nanošenjem, javlja se niz prelaznih faza koje utječu na način prihvaćanja bojila, ali i odziv koji će se postići. Penetracija bojila, dispergiranje na površini, moguće interakcije sa fazama tiskovnog substrata, izgrađivanje rasterskog elementa i niz drugih faktora određuju karakteristično svojstvo refleksije/apsorpcije pojedinog tiskovnog medija, koje u konačnici određuje vizuelni dojam u V ali i u Z području (4).

Osim procesnih (CMY) boja, crna boja (K) je standardna u velikoj većini postupaka grafičke reprodukcije i to najčešće kao karbon crna. Bazična svojstva kao povećanje raspona, bolje iscrtavanje tamnih tonova, mogućnost akromatske zamjene, ekonomski aspekt, dio su razloga da se osnovno subtraktivno miješanje boja u standardnom grafičkom autotipijском okruženju proširilo sa četvrtom bojom. Akromatska reprodukcija ugrađena je u većinu programa za obradu slika uz pridružene elemente standardizacije na svjetskoj razini. Crna boja, i to karbon crna, pokazala se je neizbježnom u definiranju dvojnih boja, blizanaca. Programske aplikacije zamjenjuje po prihvaćenim pravilima, ali u iznosu koji nije ujednačen, već ovisi o poziciji slike i sastavu kombinacije pokrivenosti CMY. Iz tog je razloga programski separacijski CMYKIR modul (5) redefiniran da zamjenjuje varijabilne vrijednosti koje bi odredio aplikacijski modul, na fiksnu vrijednost koje je eksperimentalno određena kao optimalna. Kao što je potvrđeno, razlikujemo spektralne krivulje u vizuelnom i proširenom (NIR) dijelu korištenih bojila. Crna boja u vizuelnom dijelu spektra iskazuje malu i ujednaenu refleksiju, prikazana kao  $\hat{\alpha}_k=0.4$  (Sl 1). Rasterske vrijednosti crne, u ovisnosti o pokrivenosti obzirom na puni ton  $\hat{\alpha}_k=1$ , iskazuju određeno smanjenje apsorpcije, ali sam oblik spektralne krivulje se značajno ne mijenja. Svojstva refleksije (apsorpcije) određuju vizuelne značajke za procesna ili neka druga bojila obzirom na podlogu ili eventualno međusobno. Crna boja u CMY kombinacijama ima ulogu modulatora intenziteta, slično kao i komplementarna boja, bez utjecaja na ton realizirane boje. Takova korigirana vrijednost za crnu ( $\hat{\alpha}_k=0.4$ ) pokazala se optimalna i prikaz vizuelne slike definiranje dvojnih boja (blizanaca), kao i za razdvajanje sekundarne slike (Z slike) te njenu vizualizaciju Z kamerom (5).

Za duboko poznavanje apsorpcijsko/refleksnih svojstava boja ali i stvaranje dvojnih boja kao i dvojnih slika nije dovoljno poznavanje (samo) vizuelnog područja (6) koje daje većina standardnih optičkih mjernih

uređaja (uglavnom do 700 nm), pošto ljudski vid doseže do približno 760 nm, selekcijisu sustav takođe djeluje preko 700 nm, što upućuje da se cijan djelovanje takođe proširuje preko 700 nm

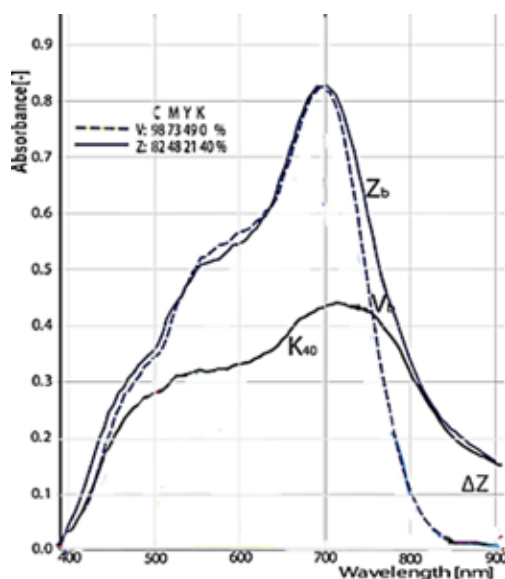


Slika 2 prikaz vizuelnog dijela absorpcije promatrane dvojne boje i crne

Vb i Zb krivulje su absorpcije jedne dvojne boje. Njihove (CMY)V i (CMYK)Z vrijednosti su podešene da se vizuelno ne razlikuju. K40 označuje samo pokrivenost karbon crne  $\hat{a}=0,4$  koja se koristi kao komponenta Z blizanca. Daljnje područje od 700 do 1000 nm potrebno je poznavati za zbog diferencijacije i sigurnog očitavanja Z kamerom.

### Diferencijacija u NIR području te Z vrijednost

Vizuelno, iznad područja valnih duljina od 760 nm percepcija ljudskog oka se gubi, no refleksije/aporpcije objekata, predmeta, materijala teku prema daljnjem valnom području. Iz razloga prikladne diferencijacije interesantno je područje odmah iza vidljivog, pa do 850 nm, što je područje primarne diferencijacije krivulja refleksije blizanca (Z1 domena). Apsorpcija V blizanca se odvaja od absorpcije Z blizanca. Ako se odvajanje ne dogodi u zadovoljavajućem odnosu, kasnije odvajanje i instrumentalna vizualizacija sekundarne slike Z kamerom ne će biti uspješno. Optički uređaji za navedeno određivanje noraju biti namjenski sa mogućnosti prikaza proširenog područja.



Slika 3 prikaz vizuelnog i proširenog spektra dvojnog para i crne

Produženi dio spektra (Z1, od 750-850 nm) u prikazanom primjeru se razdvaja, što omogućuje optimalno instrumentalno očitavanje u Z području, te određenje  $\Delta Z$ . Značajno je i to da krivulja apsorpcije Z blizanca u proširenom području odgovara krivulji apsorpcije  $K=40$ , što je bitno za Z očitavanje, dok se u vizuelnom, ne razlikuju.

## Zaključak

Podešavanje svojstava vizualizacije dvojnog para je kompleksan zadatak. Nije moguće uspješno kontrolirati cijelo područje do 1000 nm samo kroz sustav vizualnog područja. Potrebno je posebno ispitati i utvrditi značajke bojila osim vizuelno i u proširenom dijelu zbog uspješnog Z očitavanja. To upućuje na približnu jednakost para blizanca u vizuelnom, ali njihovu diferencijaciju u proširenom Z području. Značajke tiskovnog medija i bojila u proširenom području su istražene u malom broju slučajeva, tako da je praktički svaki projekt realizacije dvojne slike jedinstven.

To upućuje na činjenicu da su mogućnosti tehnološke i dizajnerske praktički neograničene (7) (8) te se mogu primijeniti na nizu primjera, no poznavanje različitih materijala i korištenih boja/bojila na kojima se dvostruka slika može realizirati potrebno je u većini slučajeva posebno istražiti, obzirom da proširena područja iznad (i eventualno ispod) vizuelnog i NIR, u grafičkoj reprodukciji za nestandardne medije još su praktički neistraženo područje.

## Reference

- 1 Žiljak V., Pap K., Žiljak I., CMYKIR Security Graphics Separation in the Infrared Area, *Infrared Physics and Technology*. 52 (2009), 2-3; p 62-69 dx.doi.org/10.1016/j.infrared.2009.01.001
- 2 Pap K., Žiljak I., Vujić, Ž.J., Image reproduction for near infrared spectrum and the infrared design theory, *Journal of Imaging Science and Technology*, vol. 54, no. 1, p. 10502-1-10502-9(9)2010; dx.doi.org/10.2352/J.Imaging.Sci.Technol.2010.54.1.010502
- 3 Svanholm E., printability and ink coating interactions in ink jet printing, faculty of technology and science, Karlstads University, studies 2007:2 ISSN 140308099, ISBN 91 7063 104 2
- 4 Žiljak V., Pap K., Žiljak Stanimirović I: Development of a prototype for ZRGB infrared design device; *Technical Gazette* 18 (2011), 153- 159
- 5 Agić D., Agić A., Bernašek A: Blizanci bojila za proširenje infra informacijske tehnologije, *Polytechnic & design* Vol 1 no1, 2013 pp 27-33
- 6 Žiljak V., Pap K., Žiljak-Vujić J., Žiljak-Stanimirović I., Color Management Expansion on Infrared Spectrum with the INFRAREDESIGN Theory. *Engineering Power, Bulletin of the Croatian Academy of Engineering, HATZ Zagreb*, 9 (2010), 1; p 1-2, ISSN 1331-7210
- 7 Vujić Ž. J, Morić B, Rudolf M, Friščić M., Postage stamps with hidden information in security Z values: *Technics Technologies Education Management*, Vol. 8/4./2013; p: 1466- 1473; ISSN:1840-1503, e-ISSN 1986-809X; IF0.414; [http://www.ttem.ba/ttem\\_8\\_4\\_web.pdf](http://www.ttem.ba/ttem_8_4_web.pdf)
- 8 Vujić, J, Ž, Stanimirović Ž, I., Bjelovučić-Kopilović S, Friščić M., Zaštita prozirne savitljive plastične ambalaže postupkom infraredesign, *POLIMERI* 34(2013)2-3:42-4 <http://www.fsb.unizg.hr/polimeri/116678>

## MODELIRANJE OBJEKATA ZA 3D ISPIS U VIRTUALNOJ STVARNOSTI

Ana Agić

Grafički fakultet sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska

### Sažetak

U ovom radu cilj istraživanja su metode 3D modeliranja pomoću sustava za virtualnu stvarnost, u aplikaciji koja korisnika stavlja u virtualno okruženje pomoću sistema HTC Vive. U istraživanju je korištena aplikacija „Kodon“, u kojem su istražene opcije za izradu i manipulaciju objektima. Iste uključuju „sculpt“ metode manipulacije 3D objektom, direktno prostorno podešavanje pojedinačnih poligona, kao i odabir vizualnog prikaza materijala. Izrađeni trodimenzionalni model pohranjen je kao .obj datoteka, te ga je kao takvog moguće ispisati na 3D printeru. Tehnologija 3D ispisa posljednjih se godina sve više razvija, ne samo u tehnološkom već i u softverskom aspektu modeliranja 3D grafike. Softvera za modeliranje na tržištu ima mnogo, a neki od njih su 3ds Max, Blender i Maya koji funkcioniraju na principu manipulacije trodimenzionalnim objektima na dvodimenzionalnom zaslonu pomoću programskog sučelja.

Ključne riječi: virtualna stvarnost, 3D modeliranje, 3D ispis

## MODELING OF 3D OBJECTS IN VIRTUAL REALITY FOR 3D PRINTING

### Abstract

The research purpose in this paper are the methods of 3D modeling with a virtual reality system, using an application which sets the user in a virtual environment with the help of the HTC Vive system. The “Kodon” application has been used in this research, primarily its object developing and manipulating options. These include “sculpt” methods of 3D object manipulation, direct spatial adjustment of individual polygons, as well as the visual material representation. Created three-dimensional object was save as an .obj file, which enables its physical creation using a 3D printer. 3D printing technology has been rapidly advancing in the last few years, not only within its technological aspects, but also its 3D modeling software capabilities. The market offers a plethora of modeling software choices, including, but not limited to 3ds Max, Blender and Maya, which offer the capability of manipulating a three-dimensional object on a two-dimensional screen, by using each individual program’s interfaces.

Key words: virtual reality, 3D modeling, 3D printing

### 1. Uvod

U ovom radu tema istraživanja je trodimenzionalno modeliranje u virtualnoj stvarnosti i mogućnosti koje se trenutno nude u usporedbi sa klasičnom računalnom aplikacijom za 3D modeliranje kao što je Blender. Noviteti u tehnologiji virtualne stvarnosti i aplikacije koje nam omogućavaju bolju interakciju sa istom potiču na stvaranje i istraživanje, interakciju i imerziju čovjeka sa virtualnim svijetom. U ovom radu u prvom dijelu istraživanja korištena je računalna aplikacija Blender u kojoj je modeliran objekt jednostavnog drveta „low poly“ tehnikom manipulacije objektima te hobotnica upotrebom kiparske (eng. sculpting) tehnike oblikovanja modela, koji su detaljnije opisani u slijedećim poglavljima. Drugi dio istraživanja usmjeren je na trodimenzionalno modeliranje u virtualnoj stvarnosti, korištena aplikacija je Kodon VR u kojoj su napravljeni modeli jednostavnog drveta i hobotnice u približno sličnim modalitetima rada kao u Blenderu. Uređaj koji stavlja korisnika u virtualno okruženje je HTC Vive. Važno je napomenuti kako je moguće iste te modelirane objekte spremirati na računalo i otisnuti na 3D printeru.

### 2. Teoretski dio

Kad se govori o virtualnoj stvarnosti kao trenutno multimedijски naprednijim sustavima za doživljaj slike i zvuka, potrebno je istu i definirati. Jedna od definicija kaže kako je to simulacija u kojoj je kompjuterska

grafika korištena za stvaranje okruženja realističnog izgleda koji uključuje simulaciju u stvarnom vremenu i interakciju kroz nekoliko osjetnih kanala, koji mogu biti vizualni, auditorni, taktilni, olfaktorni i gustatorni [1], dok druga definira virtualnu stvarnost kao umjetno okruženje koje se doživljava kroz senzorne podražaje (vid i sluh) koje generira računalo i u kojem okruženju korisnikove akcije djelomično određuju što se u okruženju događa [2]. Jedan od prvih uređaja za virtualnu stvarnost, Sensorama Milтона Heiliga ranih 1960, bio je patentirani uređaj koji je pružao iluziju stvarnosti koristeći 3D sliku u pokretu u kombinaciji sa pokretljivom vibracionom stolicom, mirisom, stereo zvukom i umjetnim vjetrom [3], [4]. Logičan korak u razvoju uređaja za virtualnu stvarnost su bolji i kvalitetniji aparati za vizualiziranje slike sa širim vidnim poljem, kvalitetnijim lećama, većom rezolucijom i lakši za nošenje na glavi. Tako trenutno jedan od najrazvijenijih uređaja je HTC Vive koji ima širinu vidnog polja 110°, oled zaslone rezolucije 2160x1080 piksela i teži 555 grama [5]. Na slici 1 je prikazan HTC Vive koji se sastoji od uređaja za gledanje koji stavljamo na glavu, dva kontrolera koji služe za kretanje po virtualnoj sceni i interakciju sa istom i dvije bazne stanice koje emitiraju IR svjetlo i lasere koji imaju funkciju da se kontrolerima i uređaju za glavu može znati pozicija u prostoru u stvarnom vremenu [6].



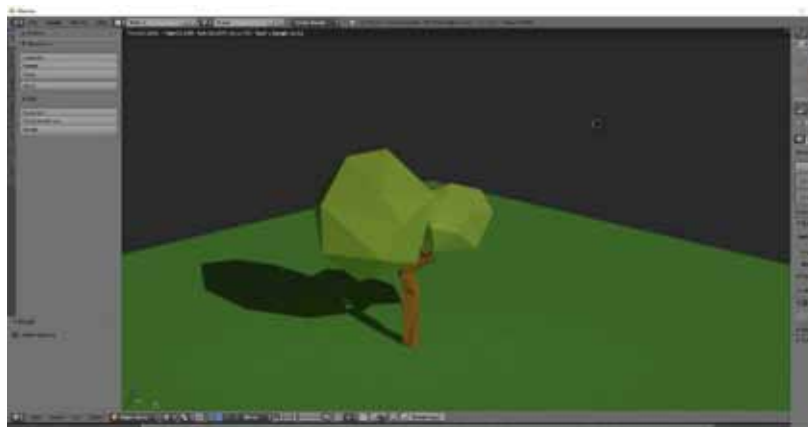
Slika 1 HTC Vive uređaj za virtualnu stvarnost

### 3. Eksperimentalni dio

Eksperimentalni dio ovog rada podijeljen je na dva dijela, prvi dio je modeliranje u klasičnom računalnom tipu aplikacije kao što je Blender i drugi dio je modeliranje u računalnoj aplikaciji koja se koristi i pokreće u sustavima za virtualnu stvarnost Kodon VR.

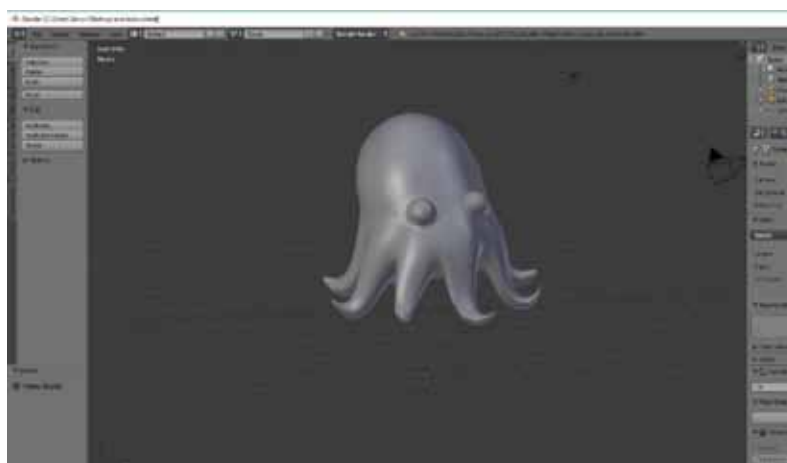
#### 3.1. Modeliranje u Blender aplikaciji

Eksperimentalni dio ovog rada sastoji se od dva dijela. Prvi dio je klasično 3D modeliranje u Blender aplikaciji. Blender je besplatna računalna aplikacija koja ima nekoliko glavnih opcija za rad. Jedna od njih je objektno modeliranje koje omogućava korisniku da dodaje klasične objekte kao što su kocka, sfera i cilindar u scenu i da s njima manipulira u smislu veličine, prostorne orijentacije, boje i teksture i apliciranje različitih prilagodba geometrije korištenjem modifikatora. Slijedeći korak kod uređivanja objekata je „edit mode“ u kojem se može detaljnije manipulirati dijelovima objektom, mijenjajući poziciju određenih dijelova, dodavati dijelove, označavati plohe, rubove ili vrhove, mijenjati broj poligona i izvoditi mnoge druge zahvate. Na slici 2 „Drvo – Blender aplikacija“ je jednostavni primjer drveta modeliranog u Blenderu.



Slika 2 Drvo - Blender aplikacija

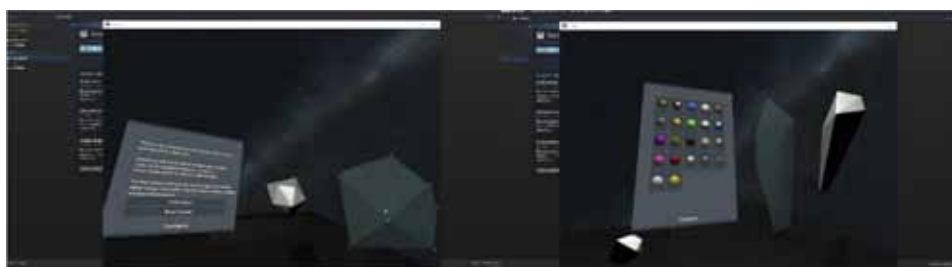
Druga metoda modeliranja koja se istražuje kao mogućnost u klasičnom i virtualnom okruženju je skulpturiranje ili „sculpt mode“ koja funkcioniра na principu sličnom kao „edit mode“, samo što kod ovog načina modeliranja objekt se mijenja korištenjem kistova koji automatski označavaju dijelove modela ovisno o postavkama kista. Najbliži opis bi bio modeliranje plastelina ili gline. Na slici 3 „Hobotnica – Blender aplikacija“ je jednostavni primjer hobotnice modelirane kiparenjem u Blenderu.



Slika 3 Hobotnica - Blender aplikacija

### 3.1. Modeliranje u Kodon VR aplikaciji

Kodon aplikacija za modeliranje u virtualnoj stvarnosti dostupna je na Steam platformi za računalne i VR igre i aplikacije. Također je bitno spomenuti da Kodon VR aplikacija još u razvoju i stoga je logično očekivati određene poteškoće u radu. Za modeliranje u virtualnoj stvarnosti potreban je uređaj za virtualnu stvarnost, u ovom slučaju to je HTC Vive uređaj, a računalo koje sve pokreće se sastoji od slijedećih komponenti: GeForce GTX 1070 grafičke kartica, 16 GB RAM-a, Intel i7 procesor. On također ima dva modaliteta rada koja su vrlo slična prethodno navedenima za Blender aplikaciju. To su poligonalno modeliranje i kiparenje. Kao prvi primjer Kodon VR aplikacije je drvo napravljeno u poligonalnom modalitetu, gdje je pokušano napraviti što sličniji model kao u Blenderu. Svaki objekt modeliran u ovoj aplikaciji moguće je spremati kao objektu (.obj) datoteku na računalo i naknadno modificirati u nekom programu koji podržava uvoz te vrste datoteke. Na slici 4 „Kodon VR – sučelje i dio modela“ vidljiva je scena i virtualno okruženje u kojem se trodimenzionalno modelira.



Slika 4 Kodon VR - sučelje i dio modela

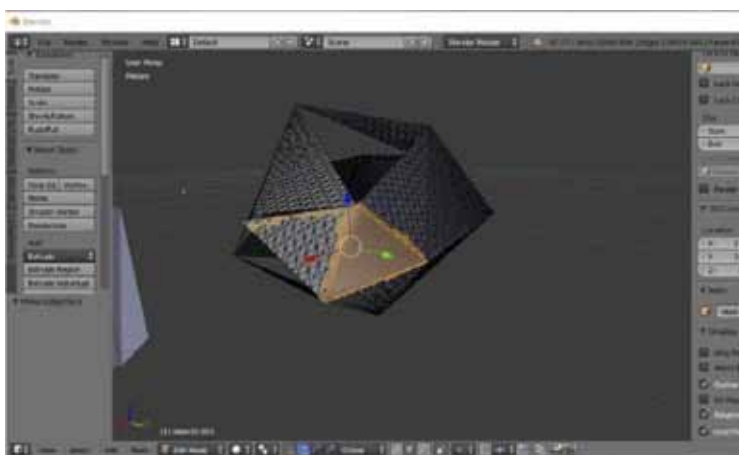
Drugi modalitet koji je bio istraživani je kiparenje u Kodonu VR gdje je pokušano reproducirati hobotnicu kao u Blender aplikaciji. Na klasičnom računalu korisnik za kretanje po sučelju koristi miš i tipkovnicu, dok se u virtualnoj stvarnosti koriste dva kontrolera koji se drže u ruci. Kontroleri imaju nekoliko tipki koje imaju svoje funkcije, kao što su primanje objekata, selekcija materijala i kistova, odabir menija, umetanje pozadinske slike, spremanje objekta na računalo. Različiti uređaji za virtualnu stvarnost imaju različite kontrolere za kretanje po virtualnom okruženju i potrebno je navikavanje na iste. Na slici 5 „Hobotnica - Kodon VR“ je slika hobotnice u modalitetu za kiparenje u Kodon VR aplikaciji.



Slika 5 Hobotnica - Kodon VR

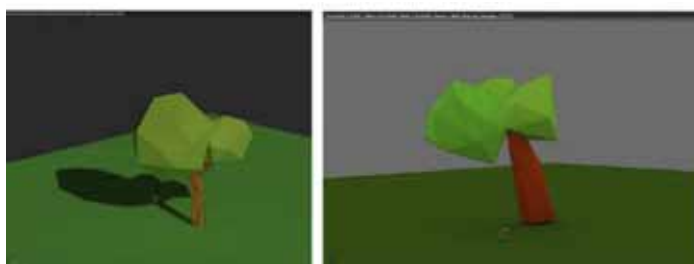
#### 4. Rezultati

Trodimenzionalno modeliranje u klasičnoj aplikaciji kao što je Blender ima svoje prednosti i mane, tako i modeliranje u virtualnoj stvarnosti. Može se reći da je modeliranje u virtualnom prostoru bilo uspješno, iako Kodon VR ima svojih prednosti i mana. Jedna od mana je prikazana na slici 6 „Kodon VR - dio modela sa rupama“, gdje je vidljivo da model nakon spremanja ima rupe i nije pogodan za otiskivanje na 3D printeru u takvom stanju. Model je moguće otvoriti u bilo kojem programu koji podržava uvoz .obj datoteke i popraviti isti kako bi bio pogodan za otiskivanje na 3D printeru.



Slika 6 Kodon VR - dio modela sa rupama

Model drveta je bio podijeljen na nekoliko dijelova koji su naknadno popravljani i spojeni u Blender aplikaciji. Na slici 7 „lijevo - drvo Blender, desno - drvo Kodon VR“ se vidi usporedno drvo iz Blendera i drvo iz Kodon VR aplikacije. Još je jedan nedostatak uočen a to je odnos veličine objekta koju korisnik vidi u aplikaciji i one spremljene na računalu, jer kad se datoteka otvori u nekom programu, jako je malih dimenzija (0.5 cm) stoga objekt treba proporcionalno povećati.



Slika 7 lijevo - drvo Blender, desno - drvo Kodon VR

## Diskusija i zaključak

Cilj ovog rada bio je istražiti mogućnosti trodimenzionalnog modeliranja objekata u virtualnoj stvarnosti. Korištene su dvije aplikacije, prva je Blender kao klasična aplikacija za 3D modeliranje na računalu a druga aplikacija je Kodon VR koja služi za trodimenzionalno modeliranje u virtualnom okruženju. Na slikama u poglavlju 3. „Modeliranje u Blender aplikaciji“ i 3.1 „Modeliranje u Kodon VR aplikaciji“ i 4. „Rezultati“ prikazani su modelirani primjeri drveta i hobotnice u obje aplikacije korištenjem poligonog modaliteta za drvo i kiparskog modaliteta za hobotnicu, koji se mogu naknadno uređivati u programima za 3D modeliranje, kao i otisnuti na 3D printeru. Može se zaključiti kako je modeliranje u virtualnom okruženju bilo vrlo uspješno, usprkos nekolicini problema koji su se pojavili. Najveći problem bile su rupe u modelima, znači poligoni koji nedostaju i zbog kojih model drveta nije bio pogodan za otiskivanje u takvom stanju već ga je bilo potrebno popraviti nekom programom koji podržava uvoz objekte datoteke. Slijedeći nedostatak bio je što se svaki objekt koji se doda na scenu sprema kao zasebni objekt koji se mora također naknadno spojiti u jedan objekt. Isto tako, modeli napravljeni u virtualnom okruženju izgledaju veliko ali kada se prebace u klasični program uviđa se kako su objekti jako malih dimenzija, oko 0.5 cm i treba ih proporcionalno povećati. Pozitivna strana kod modeliranja u virtualnoj stvarnosti su jednostavnost korištenja uz navikavanje na kontrolere i različite kreativne mogućnosti koje dizajneri u takvom okruženju imaju.

## Literatura

- [1] Grigore C. Burdea.; Phillipe Coiffet; „Virtual reality technology“; izdavač: John Wiley and Sons, Inc, 2014, ISBN: 978-81-265-0789-4
- [2] Meriam webster online riječnik; <http://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual%20reality>, pristupljeno 15.11.2016
- [3] Patent: Heilig, M.; „Sensorama“;1962; patentni broj: US3050870A; dostupno na: <https://patents.google.com/patent/US3050870A/en?q=sensorama>
- [4] Davis S.; Virtually there; Engineering & Technology; 2009, vol 4, str. 68-69, ISSN: 1750-9637
- [5] <https://www.vive.com/us/product/>
- [6] Dempsey, Paul; The Teardown: HTC Vive virtual reality headset, Engineering & Technology, vol. 11, issue 7, 2016, pg. 80-81, doi: 10.1049/et.2016.0731, ISSN: 1750-9637

## PRIMJENA DRUPAL CMS-A U IZGRADNJI WEB SUSTAVA

**Alen Pagač, Alen Šimec, Lidija Tepes Golubić**

Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb,  
alen.pagac@gmail.com, alen@tvz.hr, ltepes2@tvz.hr

### Sažetak

U radu će se izvršiti analiza i usporedba Drupal-a sa sličnim sustavima i tehnologijama. Usporedba će se napraviti sa trenutno najpopularnijim sustavima iz područja u kojima se Drupal koristi, a to su WordPress, Joomla, Magento i custom razvoj aplikacija. Kroz usporedbu će se prikazati prednosti i mane pojedinog sustava koje uzrokuju veću ili manju primjenu istoga. Na kraju analize izvući će se dobiveni zaključak te postaviti uvid u smjer kojim će se odvijati daljnji razvoj pojedinog sustava.

Ključne riječi: CMS, Drupal, usporedba, analiza

## APPLICATION OF DRUPAL CMS IN BUILDING WEB SYSTEMS

### Abstract

The paper will present comparison and analysis of Drupal with similar systems and technologies. A comparison will be made with the currently most popular systems in the field in which Drupal is used, such as WordPress, Joomla, Magento, and custom application development. The comparison will show the advantages and disadvantages of each system that cause the system to be used more or less. At the end of the analysis a conclusion will be drawn out and an insight set up into the direction of further development of individual systems.

Keywords: CMS, Drupal, comparison, analysis

### 1. Uvod

CMS sustavi se već dugi niz godina koriste za razvoj web stranica. Puni naziv, Content Management System ili sustav za upravljanje sadržajem govori kako su se CMS sustavi prvenstveno razvili kako bi omogućili lakše održavanje sadržaja web stranice za korisnike koji nemaju dovoljno tehničkog znanja o web tehnologijama.

Osim lakšeg održavanja sadržaja, CMS sustavi su sa mnogobrojnim setom gotovih funkcionalnosti uvelike smanjili potrebno vrijeme za razvoj novih web stranica. Tako razvijeniji sustavi omogućuju izradu novih web stranica bez ikakvog dodatnog razvoja već samo konfiguracijom postojećih funkcionalnosti. Takav način izrade web stranica podiže čitavo poslovanje na novu razinu jer olakšava manje stručnim ljudima ulazak u poslovanje, a razvojem poslovanja i daljnji napredak.

Konstantnim razvojem funkcionalnosti i mogućnosti CMS sustava, oni sve više zalaze u područja web-a koja su ranije bila isključivo namijenjena za programiranje web aplikacija. Osim što se koriste kao zasebni sustavi, CMS-ovi postaju i platforme u raznim okruženjima koje se integriraju sa drugim tipovima sustava poput ERP-a, CRM-a ili se isti čak i razvijaju koristeći neki CMS kao podlogu.

U ovom radu prikazat će se analiza Drupal-a sa drugim sličnim sustavima ali i sustavima koji nisu prirodni za CMS ali ga koriste kao platformu. Kroz analizu su prikazane prednosti i mane koje mogu prevagnuti prilikom odabira sustava. Prikazani su i statistički podaci o korištenju analiziranih sustava te podaci o njihovoj ranjivosti.

### 2. Formulacija

Postoji mnogo CMS i drugih sustava čija je svrha izrada različitih web aplikacija. Gotovo svaki od sustava je specijaliziran ili predviđen za neki od tipova aplikacija. No, Drupal je sustav koji zalazi u gotovo sve tipove aplikacija te ga se može usporediti sa gotovo svakim sustavom. Pri izradi svakog tipa aplikacije,



Slika 1 - Usporedba WordPress | Joomla | Drupal [1]

Drupal može donijeti prednosti zbog određenih funkcionalnosti ali i mane zbog nedostatka istih.

Kroz usporedbu Drupal-a s drugim sustavima, prikazat će se zašto se Drupal odabire prije drugih sustava. Za usporedbu su uzeti poznati sustavi iz nekoliko grana web aplikacija u kojima se koristi i Drupal. Usporedba će obuhvatiti kompleksnosti sustava te ključne funkcionalnosti i osobine koje opisuju svaki sustav.

### 3. Usporedba Drupala s drugim sustavima

Postoji puno dostupnih materijala i literatura koji uspoređuju poznate CMS sustave i razvoj web sustava općenito među kojima se može pronaći mnogo različitih mišljenja i statističkih podataka. No, važniji dio je onaj u kojemu se gotovo sva mišljenja i statistički podaci preklapaju, a to je da Drupal postaje jedan od najpopularnijih CMS-ova za izradu web sustava. Bitna stavka koju je potrebno naglasiti je da Drupal svoju popularnost i reputaciju dobiva prvenstveno zbog vrste projekata za koje se koristi. Iako on statistički na webu ima najmanji broj web stranica i zauzima tek oko 8% svjetskog tržišta, sustavi izgrađeni koristeći Drupal gotovo uvijek su ozbiljne i kompleksne web stranice ili aplikacije te se za njega odlučuju neki od najpoznatijih svjetskih brandova. [1]

Velika prednost Drupala koja se pokazala kroz praksu je da je Drupal trenutno najkompetentniji CMS za sustave s velikim prometima zbog svoje skalabilnosti i sigurnosti koje omogućuju web sustavima da rastu zajedno s tvrtkom i njenim poslovanjem. Osnovne funkcionalnosti koje s Drupalom dolaze, a koje drugi sustavi inicijalno nemaju daju mu prednost pri odabiru, ali nakon toga prevladava znanje, iskustvo, te naravno cilj koji se želi postići.

Uz svu popularnost CMS sustava, tržištem još uvijek prevladavaju web sustavi građeni „od nule“. Takvi web sustavi statistički zauzimaju 53.3% svjetskog tržišta, no u samo 5 godina taj postotak se smanjio za više od 20%. Taj podatak dovoljno govori o aktualnim trendovima i dobar je pokazatelj da CMS sustavi (naročito CMS sustavi otvorenoga koda) postepeno preuzimaju tržište. Taj podatak i nije toliko čudan ako se pogleda razvoj funkcionalnosti CMS sustava i stranica koje se s njima izrađuju. Od manjih, isključivo informativnih stranica, bez ikakvog društvenog dijela, do današnjih velikih korporativnih sustava i stranica na koje se oslanja čitavo poslovanje tvrtke. Upravo taj napredak funkcionalnosti koje sve veći broj stranica implementira je opisao Dries Buytaert: „Initially people added a blog to their main website. I think the future is much more integrated, where social is part of everything you do, every website.“ i tako podijelivši svoje viđenje razvoja web stranica koje će postati nezamislive bez društvenog dijela. Stoga uz sve veći opseg funkcionalnosti koje web stranice sadrže, uviđa se da više nema potrebe gotovo svaki projekt kodirati od nule nego je bolje rješenje iskoristiti tuđe znanje i iskustvo za izgradnju boljih rješenja, te stečeno znanje i iskustvo također podijeliti s drugima. [1]

### 3.1. Drupal i WordPress

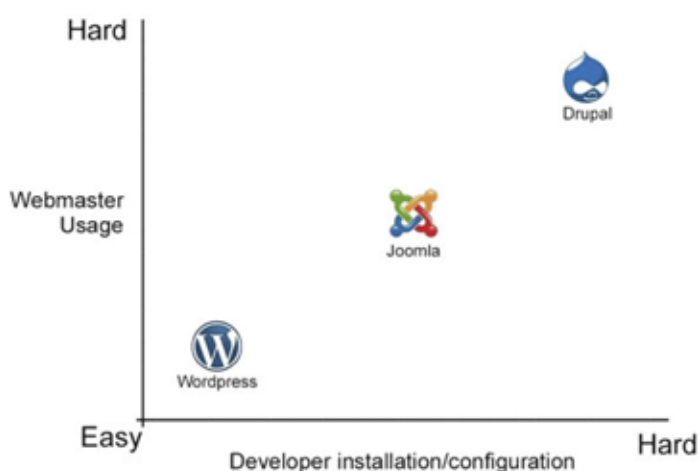
Drupal i WordPress, iako oboje referencirani kao CMS sustavi, imaju mnogo dodirnih točaka ali isto tako i mnogo točaka u kojima su razlike velike. Prema iskustvima mnogih tvrtki koje se dugi niz godina bave izradom web stranica i aplikacija, Drupal je postao pravi alat za izradu Enterprise Level stranica dok je WordPress postao idealan alat za izradu manjih, blog stranica.

Jedna od točaka u kojima se Drupal i WordPress najviše razlikuju su sigurnost i skalabilnost. Drupal prema mnogim stručnjacima ima daleko veću sigurnost i skalabilnost od WordPressa što pokazuje i činjenica da se on koristi za izradu mnogih vladinih stranica koje imaju visoke sigurnosne zahtjeve. U zadnjih nekoliko godina, mnoge WordPress stranice bile su izložene hakerskim napadima, a prema statistikama tvrtke Sucuri koja se bavi zaštitom web stranica, iz prvog kvartala 2016. godine 78% svih hakiranih stranica na kojima su radili činile su upravo WordPress stranice. Zbog takvih statistika WordPress je dobio reputaciju kao nestabilan CMS. No, iako je ta brojka velika, nije krivac samo WordPress kao CMS. Veliku krivicu za takvo stanje snose i osobe koje stranice održavaju odnosno neodržavaju. Kako za Drupal tako i za WordPress, sve pronađene kritične greške u programskom kodu koje mogu izazvati sigurnosne propuste se popravljaju zakrpama (engl. patch ) i nadogradnjama koje se često zanemaruju te se tako stranice nepotrebno dovode u rizik od napada. Za tu svrhu su neke od vodećih kompanija za pojedini CMS napravile hosting platforme koje omogućuju automatsko praćenje sigurnosnih i ostalih nadogradnji i njihovo implementiranje. [3]

Dodatna razlika između Drupala i WordPressa je i sama funkcionalnost. Iako je Drupal kompleksniji i ima puno veću krivulju učenja, u konačnici ipak donosi mnogo naprednijih funkcionalnosti. Zbog mogućnosti kreiranja raznih tipova sadržaja, taksonomije, blokova sadržaja i raznih predložaka za svaki od tih elemenata, Drupal pruža puno više mogućnosti za izgradnju različitih funkcionalnih cjelina. Za Drupal se često kaže da je dizajniran od developera za developera što znači da ima mogućnosti za izradu vrlo kompleksnih funkcionalnosti ukoliko je krivulja učenja savladana. U protivnom, sve te mogućnosti i potencijal mogu se protumačiti kao mane a sam Drupal kao nepotrebno kompliciran sustav za „jedan obični CMS“.

### 3.2. Drupal i Joomla

Joomla je statistički drugi najpopularniji CMS sustav te zauzima oko 13% (3 milijuna web stranica) svjetskog tržišta. Prema iskustvima webmastera, korisnika i programera, prema većini parametara Joomla se nalazi otprilike u sredini između WordPressa i Drupala. Joomla je jednostavna za instalaciju te većina hosting ponuđača pruža uslugu instalacije jednim klikom, mogućnost koja je dostupna i za WordPress i Drupal. Veliki broj dodatnih ekstenzija (oko 8000) među kojima su i funkcionalnosti poput eCommerce sustava postavljaju Joomla visoko na ljestvici uporabljivosti.



Slika 2 – CMS sustavi prema kompleksnosti [4]

Sa strane razvoja i proširenja funkcionalnosti, Joomla ima neznatnu prednost jer koristi moderan, objektno orijentirani, MVC pristup, dok Drupal koristi proceduralni razvoj. No i ta prednost polako nestaje jer se daljnjim razvojem Drupala te puštanjem u pogon verzije 8 i on koristi moderne načine razvoja. Oba CMS-a imaju jaku i brojnu zajednicu koja razvija i održava kako sam sustav tako i brojne module, ekstenzije i teme. Unatoč tome, Joomla je statistički još uvijek u dosta nepovoljnijem položaju što se tiče sigurnosti i kompromitiranih web stranica. Prema podacima iz prvog kvartala 2016. godine taj broj je bio oko 1600 stranica odnosno oko 14% kompromitiranih stranica u tome periodu. Razlog je u velikoj mjeri sličan kao i kod WordPressa; ne ažuriranje postojećih stranica sa sigurnosnim zakrpama, te korištenje dodatnih ekstenzija koje se više ne održavaju. [3]

Dakle, iako su Drupal i Joomla po mnogočemu slični sustavi i u ovom slučaju Drupal je prihvaćen kao idealniji sustav za izradu kompleksnijih, Enterprise stranica i aplikacija. Njegova kompleksnost dolazi iz njegove fleksibilnosti i build-from-scratch pristupa kojega preferiraju programeri i razvojni inženjeri zbog mogućnosti da izrade gotovo pa bilo kakvu funkcionalnost. S druge strane Joomla (i WordPress) više su orijentirani na određeni set funkcionalnosti te pružaju više pripremljenih opcija za bržu izradu sustava. Upravo iz tog razloga Drupal se uspio profilirati kao Enterprise CMS na kojemu se izrađuju složene web stranice i aplikacije, za velike brandove i kompanije koje zahtijevaju veće standarde sigurnosti. Zbog toga agencije i inženjeri koji koriste Drupal i razvijaju dodatne module i funkcionalnosti više ustraju na njihovom održavanju i smanjenju potencijalnih sigurnosnih propusta.

### 3.3. Drupal i Magento

Iako Magento ne spada u područje CMS sustava, zbog raznolikosti Drupala te mogućnosti izrade eCommerce sustava koristeći Drupal, vrijedi analizirati i odnos ova dva sustava. Magento je (kao i Drupal) platforma otvorenog koda koja je specijalizirana isključivo za eCommerce. Magento je trenutno najjača eCommerce platforma na svijetu koju koriste neki od najjačih svjetskih brandova. No, za razliku od Drupala, Magento nije potpuno okrenut zajednici. Kompletan razvoj i održavanje rade timovi osnovani od istoimene kompanije. Sve odluke oko razvoja i napretka donose se unutar kompanije dok zajednica može isključivo sudjelovati u rješavanju pojedinih problema i nepravilnosti u radu sustava.

Iz razloga što Magento nije potpuno otvoren, postoje i različite verzije sustava. Tako osim osnovne Magento Community inačice sustava postoji i Magento Enterprise inačica. Ova verzija plaća se 18000\$ godišnje za dodatni set funkcionalnosti. Prema iskustvima kompanija i ljudi koji koriste Magento kao svoje eCommerce rješenje, besplatna Community inačica sasvim je dovoljna za izradu gotovo bilo kakvog eCommerce sustava. Također prema tim iskustvima Enterprise inačicu koriste gotovo uvijek veliki brandovi i tvrtke i to ne zbog funkcionalnosti unutar sustava već zbog poboljšanja ugleda i dostupnosti podrške. Dakle, Magento kao kompanija, iako koriste sustav otvorenog koda, ne pružaju nikakvu podršku svojim korisnicima ukoliko koriste Community verziju.

No, Magento, slično kao i analizirani CMS sustavi, ima svoju zajednicu koja se bavi razvojem i unaprjeđenjem sustav kroz raznorazne module i ekstenzije. Magento trenutno ima dostupno oko 9700 ekstenzija od kojih je tek 35% besplatnih (oko 3400). Ovaj podatak govori kako, iako je otvorenog koda, ne dijeli međusobno svoje znanje i iskustvo već se oslanja na svoju reputaciju kao vodeće eCommerce platforme kako bi širio svoj utjecaj na tržištu. Takvim načinom mnoge kompanije su pronašle svoje poslovanje isključivo u izradi Magento ekstenzija pa se tako trenutno može kupiti ekstenzija za koju je potrebno izdvojiti čak 25000\$! Iako je navedeno validan način poslovanja, to nije ono što zajednica otvorenog koda promiče. Ali, jednako tako mnoge kompanije koje za projekte koriste upravo Magento će izdvojiti financijske resurse za takve funkcionalnosti zbog nedostatka programera ili vremena za razvoj istih. Zbog toga se može reći da je nastao gotovo pa simbiotski odnos između Magenta (kompanije), ljudi koji proširuju sustav ekstenzijama i ljudima koji ih koriste u izradi svojih projekata. [5]

S druge strane, Drupal eCommerce, kao i sve ostale Drupal funkcionalnosti, u potpunosti je otvoren. Do eCommerce sustava u Drupal-u dolazi se koristeći jedan od dva dostupna modula: Drupal Commerce ili Ubercart. Oba modula su prihvaćena od strane zajednice i zajedno imaju gotovo 100000 službenih stranica koje ih koriste. Oba modula dolaze sa setom osnovnih funkcionalnosti i pod modula

s dodatnim funkcionalnostima koje omogućuju brzu i prilično jednostavnu instalaciju i konfiguraciju nakon čega se dobiva osnovni eCommerce sustav spreman za korištenje. Osim osnovnog seta modula, zbog popularnosti oba Drupal Commerce sustava, tokom korištenja od strane zajednice razvio se niz dodatnih funkcionalnosti za raznorazne primjene (popusti, integracije sa sustavima naplate, integracije sa dostavljačkim kućama i sl.) i svi su potpuno besplatni i prilagođeni za korištenje zajednice. Dapače, zajednica se potiče da aktivno sudjeluje u razvoju i da doprinosi razvitku kako bi svi korisnici imali veću korist.

Oba sustava mogu pružiti gotovo iste funkcionalnosti. Magento kao specijalizirana eCommerce platforma ima bolji položaj u startu te je osnovnu verziju eCommerce sustava lakše i brže postaviti. Drupal je potrebno više konfigurirati i uložiti više truda da bi isti sustav profunkcionirao. No nakon inicijalne verzije uspostavljene, Drupal može pružiti puno više potencijala za daljnji razvoj. Njegov osnovni dio, CMS mogućnosti, omogućuje da uspostavljeni sustav postane puno više od eCommerce-a; eCommerce, web stranica, blog, pretplate na sadržaj i gotovo sve funkcionalnosti koje se na webu mogu izraditi puno je lakše implementirati na frameworku kao što je Drupal nego na specijaliziranom sustavu kao Magento. Upravo to postaje svakodnevnicom; sustavi koji objedinjuju različite web sustave u jedan.

### 3.4. Drupal i custom razvoj

Prema statistikama o tehnologijama koje se koriste za izradu web stranica koje su spomenute u prethodnim poglavljima vidljivo je da najveći dio dostupnih sustava na internetu još uvijek sačinjavaju custom rješenja. Takva rješenja znače da se svaka aplikacija razvija „od nule“ na nekom od dostupnih programskih jezika (PHP, Python, Java ili mnogi drugi). Takav razvoj znači da se na svakome projektu većina funkcionalnosti ponavlja. Naravno, svatko tko se bavi razvojem nastoji iskoristiti što je više moguće već napravljene stvari i funkcionalnosti i ne „izmišljati toplu vodu“ što poteže pitanje zašto uopće koristiti custom razvoj? Na ovo pitanje gotovo će svatko dati zaseban odgovor i objašnjenje ali u konačnici se odgovor svodi na poznatu uzrečicu u svijetu tehnologije: „Use the right tool for the right job!“.

Na internetu postoji mnogo vrsti aplikacija koje imaju različite prioritete i ciljeve. Mnoge od njih gotovo uvijek imaju iste zahtjeve: registracija i prijava korisnika, kreiranje i dodavanje sadržaja, prijave na newsletter i sl. Sve to su klasične funkcionalnosti svih CMS sustava i nema potrebe sve te funkcionalnosti ponovno izmišljati. Svaki od popularnih CMS sustava koriste tisuće ljudi što znači tisuće ljudi koji spomenute funkcionalnosti testiraju, provjeravaju i, ukoliko iskrasne greška, ispravljaju i time cijeli sustav postaje sigurniji za krajnjeg korisnika. Ukoliko su sve funkcionalnosti izrađene custom, iste su većinom testirane samo djelomično i površno što na kraju predstavlja veliki sigurnosni rizik za krajnjeg korisnika. Činjenica je da ne postoji 100%-tno sigurna aplikacija i sigurni programski kod što uključuje i CMS sustave, pa i Drupal. Dapače, sve pronađene ranjivosti dostupne su za pregled sa čak detaljnim uputama kako iste iskoristiti. No svijetla strana je da tisuće ljudi održavaju i brinu za sigurnost Drupala, te čim se otkrije ranjivost radi se na nadogradnji kako bi se ona spriječila. Primjer takvog slučaja je i kod pronađene ranjivosti u poznatoj PHPmailer skripti za automatsko slanje mailova. Skripta se koristi u istoimenom Drupal modulu a njena ranjivost prouzrokovala je ranjivost modula te na tisuće web stranice koje modul koriste. Ranjivost skripte je popravljena od strane PHPmailer tima 25.12.2016. godine a autori istoimenog modula su implementirali izmjene i spriječili ranjivost unutar samo 24 sata od objave ranjivosti. To je samo jedan od primjera kako zajednica izuzetno brzo reagira kako bi spriječila ranjivosti u svom sustav. Ukoliko do propusta dođe to je gotovo uvijek zbog propusta na strani onih koji module koriste u svojim projektima ali ih ne održavaju. [6]

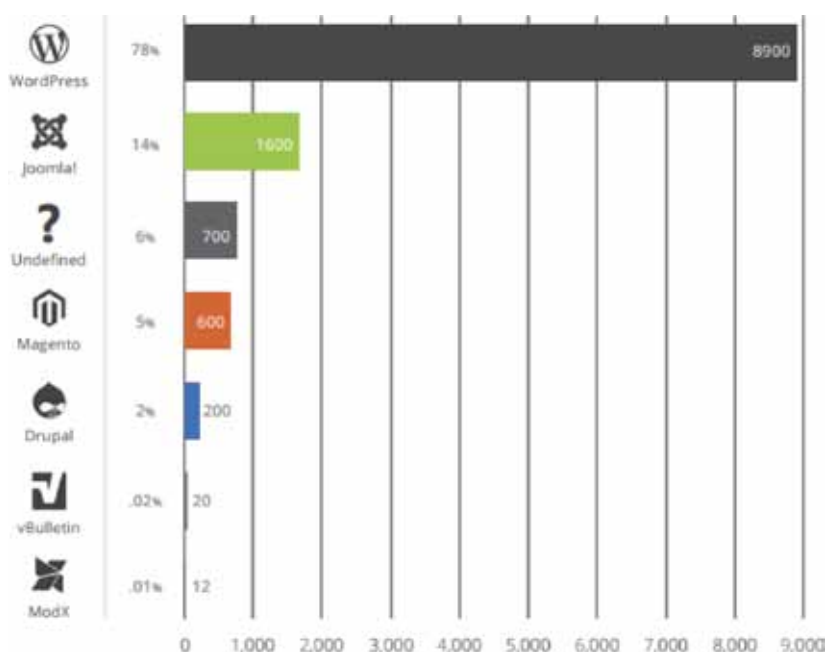
No, postoje i poslovi odnosno projekti kada CMS jednostavno nije opcija. Iako su takvi projekti, gledajući cjelokupni Internet, u manjini, prisutni su i svakodnevno se koriste. Klasični primjeri takvih aplikacija su sve poznate klijentske aplikacije za pregled i slanje mailova, aplikacije za plaćanje putem interneta i mnoge druge koje imaju specifičnu svrhu. Takve aplikacije imaju vrlo specifične zahtjeve koje ne ulaze u okvir CMS ili bilo kojeg sličnog sustava. No čak i takve aplikacije koriste neki oblik temelja, framework-a za brži i kvalitetniji razvoj web aplikacija bilo da se radi o otvorenom ili zatvorenom kodu. Takvi frameworkci, slično kao CMS sustavi, dolaze s nizom gotovih funkcionalnosti ali u obliku programski klasa

i metoda spremnih za korištenje.

### 3.5. Zaključak usporedbe

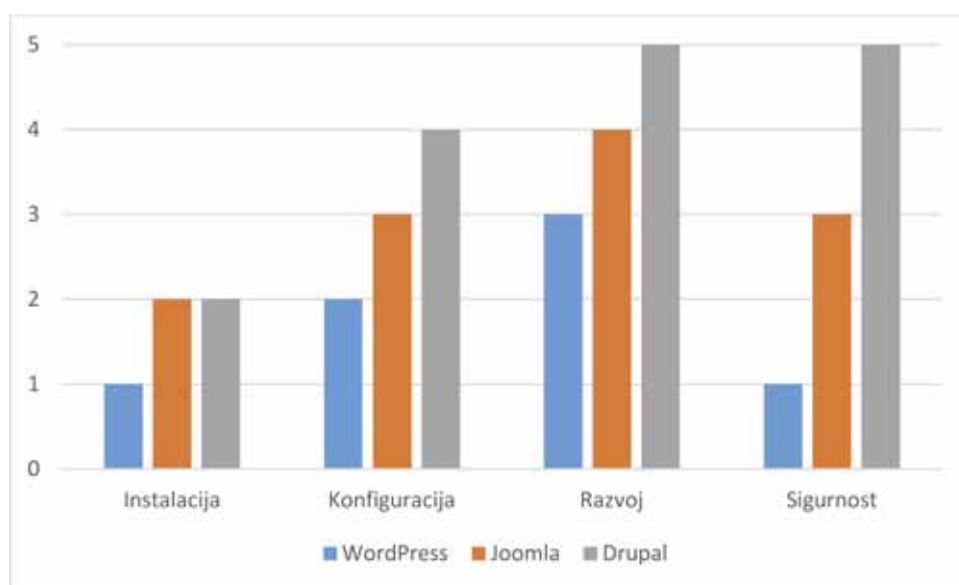
Iz navedenih usporedbi Drupal-a s ostalim sustavim i custom razvojem, može se zaključiti kako je Drupal sustav koji najviše pokriva područja klasičnih platformi (CMS, eCommerce) ali jedini sustav koji ulazi u područje custom razvoja aplikacija. Zbog svoje profiliranosti kao sustav za izradu kompleksnih rješenja, Drupal je sve više prisutan u velikim kompanija koje na njemu temelje svoje poslovanje. Zbog rasta iskustva i znanja koje te kompanije stječu koristeći Drupal, za očekivati je da će se s vremenom primjena Drupal-a još više proširiti u sve grane poslovanja. Zbog načina razvoja Drupal-a koji je baziran isključivo na zajednicu, svaki uspješni probaj u novu granu poslovanja utjecat će na sve njegove korisnike u vidu širenja mogućnosti. Takva revolucija je naravno dugotrajan proces, ali gledajući povijest Drupal-a i njegov smjer širenja, itekako moguć ishod.

Što se tiče trenutnog stanja Drupal-a nasuprot drugih sustava, glavna prednost je sigurnost. No, to je i za očekivati zbog profila korisnika koji koriste Drupal. Velika većina Drupal sustava se koristi od strane velikih i poznatih kompanija i brandova kojima je sigurnost jedan od najvećih prioriteta zbog povjerljivosti podataka ali i zbog loše reputacije ukoliko dođe do sigurnosnog propusta. Na sljedećem grafu prikazana je statistika hakiranih stranica na kojima je radila specijalizirana tvrtka za sigurnost, Sucuri:



Slika 3 - Statistika o hakiranim web stranicama po CMS sustavima [3]

Najveća mana Drupal-a je njegova kompleksnost i velika krivulja učenja. Upoznavanje s mogućnostima Drupal-a, njegovom strukturom i gradbenim elementima dugotrajan je proces. To je uvelike razlog zbog kojega Drupal ne zauzima veći dio web tržišta. Iako se ovaj trend još uvijek neće promijeniti, sve veća popularnost potaknut će pojedince da savladaju taj proces. Veća popularnost posljedično će uzrokovati i razvoj jednostavnije instalacije i konfiguracije ali i razvoja novih funkcionalnosti. Taj trend je već vidljiv u Drupal 8 verziji koja je prihvatila moderne načina razvoja koristeći popularan framework za otvoreni kod, Symfony.



Slika 4 - Kompleksnost CMS sustava na skali 1-5

No, trend razvoja, pojednostavljenja te pojačanja sigurnosti CMS sustava vrijedit će ne samo za Drupal, nego za sve sustave koji ostavljaju ozbiljan trag na tržištu. Svaki od tih sustava orijentirat će se na unaprjeđenje trenutno najlošijih stavaka sustava. Tako bi se WordPress mogao više okrenuti sigurnosti te omogućiti lakšu konfiguraciju automatskih instaliranja sigurnosnih zakrpa. Za razliku od WordPress-a, Joomla nema toliko istaknutu manu pa će vjerojatno razvoj nastaviti u istom smjeru kao i do sada, konstantan razvoj svih elemenata sustava.

#### 4. Zaključak

Drupal CMS je jedan od mnogih CMS-ova ali jedan od rijetkih koji se uspio izdici iznad granica klasičnog CMS sustava. Sve veći broj programera, dizajnera te općenito korisnika Drupal-a konstantno podiže njegovu popularnost a time i primjenu. Nerijetko se događa da netko od korisnika iskoristi Drupal kao osnovu za sustav koji do tada nitko nije niti pomišljao izraditi koristeći CMS te, nakon uloženi nekoliko sati ili mjeseci dodatnog razvoja, ponudi svoje novo rješenje zajednici. Ukoliko zajednica prepozna potencijal i zaključi da bi takav sustav bio koristan, ona se uključuje u razvoj koji se ubrzava gotovo eksponencijalno.

Osim kompleksnih sustava koji se mogu izgraditi na Drupal-u, ni manje web stranice mu nisu strane. Pregršt gotovih mogućnosti i laka implementacija novih, besplatno dostupnih od strane zajednice, omogućuju izgradnju svih vrsta stranica uz minimalan dodatni razvoj. No, najveća prednost Drupal-a je upravo u kompleksnim sustavima gdje su mnogi pojedinci i kompanije vidjele potencijal te se upustile u novu granu web-a, aplikacije sa CMS sustavom kao temeljem. Upravo takve aplikacije prikazane su u danim primjerima sustava na Drupal-u koji su prikazali da već postoji niz kompleksnih stranica, e-trgovina i aplikacija čiji kreatori su prepoznali da im Drupal može ponuditi jake temelje i potencijal za daljnji razvoj.

Iz analize Drupal-a s drugim sustavima može se zaključiti kako popularnost Drupal-a konstanto raste zbog njegovog fokusa na nekoliko ključnih stvari: fleksibilnost, skalabilnost i sigurnost. Upravo iz tih razloga Drupal se uspio profilirati kao CMS za izradu kompleksnih sustava te je gotovo prerastao klasični naziv CMS-a u framework koji daje prednost onima koji ga koriste. Kako web stranice i sustavi općenito postaju sve bogatiji funkcionalnostima i mogućnostima, za očekivati je da će se trend rasta popularnosti Drupal-a nastaviti.

## Reference

### Web stranica:

1. Spencer, Jamie: Content Management System Comparison - WordPress Vs Joomla Vs Drupal, <https://makeawebsitehub.com/content-management-system-cms-comparison/>, 18.6.2015
2. WordPress vs Drupal  
<https://www.bigtunainteractive.com/wordpress-vs-drupal>, rujan 2012
3. SucuriSecurity: WEBSITE HACKED TREND REPORT - 2016 - Q1, <https://sucuri.net/website-security/Reports/Sucuri-Website-Hacked-Report-2016Q1.pdf>, 3str.
4. Arabi, Arash: Joomla Vs. Drupal: A technical comparison of the best open source CMS, <https://www.butterfly.com.au/blog/cms/joomla-vs-drupal-a-technical-comparison-of-the-best-open-source-cms>, 8.12.2014
5. Magento Connect, <https://www.magentocommerce.com/magento-connect/>, 8.1.2017
6. Drupal Security Team: PHPmailer 3rd party library, <https://www.drupal.org/node/2839366>, 26.12.2016

### Korespondencija

### Correspondence

alen@tvz.hr, Vrbik 8a, 10 000 Zagreb

## MECHANISMS OF PAPER DEGRADATION IN DIFFERENT CONDITIONS

Adnan Durmić, Mirela Rožić, Marina Vukoje

University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, Getaldićeva 2, 10 000 Zagreb

### Abstract

Paper is material which is mostly consisted of cellulose, hemicellulose, lignin and different additives (CaCO<sub>3</sub>, kaoline) can undergo to chemical and physical changes in different environments. This paper evaluates two mechanisms of bulky paper degradation in two conditions, accelerated aging and biodegradation under anaerobic conditions. The changes were accompanied by FT-IR spectra. Significant changes were observed during the biodegradation for cellulose characteristic bands and bands which describes the structure of the polymer, in this case, paper. Changes in the IR spectral range of 1300-1500 cm<sup>-1</sup> shows a significant distortion of the paper structure during biodegradation. In this spectral area during accelerated aging of paper no significant changes were observed, or any changes for cellulose characteristic bands. The most significant changes for accelerated aging were observed in the area that shows paper oxidation, in IR spectrum between 1500 -1900 cm<sup>-1</sup>. In this area, disappearance of certain bands and formation of new (carbonyl group) can be noticed. Observed changes in the IR spectra indicates that hydrolysis and oxidation of organic components of paper occurred, mostly of cellulose and lignin.

Keywords: Bulky paper, artificial ageing, biodegradation, FTIR

## MEHANIZMI DEGRADACIJE PAPIRA U RAZLIČITIM UVJETIMA

### Sažetak

Papir, kao materijal koji se u najvećoj mjeri sastoji od celuloze, hemiceluloze, lignina te različitih aditiva (npr. CaCO<sub>3</sub>, kaolina) podložan je kemijskim i fizičkim promjenama u različitim uvjetima. U ovom radu prikazana su dva mehanizma degradacije voluminoznog papira u različitim uvjetima, ubrzanog starenja te biorazgradnje u anaerobnim uvjetima. Promjene su praćene FT-IR spektrima. Značajne promjene uočene su tijekom biorazgradnje za karakteristične vrpce celuloze te vrpce odgovornih za samu strukturu polimera. Promjene u spektru od 1300-1500 cm<sup>-1</sup> ukazuju na znatno narušavanje strukture papira tijekom biorazgradnje. U ovom području tijekom ubrzanog starenja papira nisu uočene značajnije promjene, kao ni promjene u karakterističnim vrpcama celuloze. Najznačajnije promjene za ubrzano starenje uočene su u području koje prikazuje oksidaciju papira, i to od 1500 -1900 cm<sup>-1</sup> gdje je vidljivo nestajanje određenih vrpca i nastanak novih (karbonilne skupine). Promjene upućuju na hidrolizu i oksidaciju organskih komponenata papira, celuloze i lignina.

Ključne riječi: voluminozni papir, ubrzano starenje, biorazgradnja, FTIR

### 1. Introduction

Paper consists of bonded cellulose fibres that are linear polymers of glucose (β-D-glucopyranose) monomers linked together by β-1,4-glycosidic bonds. These cellulose chains are held together by strong intermolecular hydrogen bonds which are responsible for aggregation of chains into oriented structure. Beside cellulose, paper can contain lignin, hemicellulose, and additives (fillers, pigments, metal ions) [1]. The lignin in paper acts like a "glue" holding the cellulose and hemicellulose fibres together [2]. Paper undergoes natural aging processes that cause molecular degradation of its main component, cellulose. Degradation causes loss of fibres strength, lower mechanical stability which may lead to full disintegration of paper sheets. These degradation processes of cellulose and/or lignin polymers are related to the presence of moisture, acid substances, oxidative agents, traces of transition metal ions (Fe(III), Cu(II), Cr(III)), light as well as microorganisms. During degradation processes, over 140 volatile compounds (alcohols, aldehydes, ketones, carboxylic acids, aliphatic and aromatic hydrocarbons,

esters, terpenoids and terpenes) can be released from paper sheets depending upon paper chemical compositions [3]. All chemical reactions occur at hemcetal bond (glycosidic linkage) and/or –OH group [1]. Due to paper material complexity, hydrolysis and oxidation are the two chemical pathways in paper degradation. Mostly these two processes act together, providing a catalytic effect one to another. The formation of carboxylic groups upon oxidation catalyses the hydrolysis and vice versa, hydrolysis provides new reducing end groups for oxidation. Oxidation of cellulose in acidic and neutral media can be launched on the hydroxyl groups on C(2), C(3) and C(6) atoms in a glucopyranose ring. Formation of hydroperoxides during oxidation leads to the formation of various carbonyl groups, from ketones on C(2) and C(3), to conjugated diketones or starting from aldehydes and to carboxyls on C(6) carbon atoms of glucopyranose. Oxidative glycosidic bond cleavage can be achieved directly at C(1) atom but in lesser extent. Real paper samples contain already degraded cellulose and lignin, which can be the source of active oxygen species and radicals necessary to initiate the paper oxidation. Lignin may take a double-fold role in cellulose degradation: as an oxidation catalyst (source of radicals) and as an antioxidant [4]. In order to examine the mechanism of paper degradation, the paper can be exposed to various environments such as natural ageing or biodegradation in aerobic and anaerobic conditions. Artificial ageing is one of the methods used for simulation of paper ageing. But the disadvantage of this method is that conditions in the artificial ageing test are not the same as those occurring during natural ageing. Degradation kinetics is dependent on different conditions such as UV irradiance, temperature, pressure and moisture content. Artificial ageing performed to assess the paper degradation brings a risk of inadequacy of the results which may or may not reflect the phenomena that occur during natural ageing. In order to avoid inadequate result it is suggested that artificial ageing test for paper should be performed at least below 100°C to prevent intensive oxidation, dehydration or alkoxy elimination in cellulose chains as possible reaction routes or to avoid water desorption [5].

According to [5] when cellulose is exposed to increasing temperature ranges, new reactions start to evolve and predominate. The ranges can be roughly identified as follows:

- 20–100°C—water desorption, recrystallization, glycosidic bonds cleavage;
- 100–150°C—functional groups formations;
- 150–250°C—new array of degradation products;
- 250°C—pyrolysis, dehydration.

Besides artificial ageing, sometimes the paper base materials are influenced by the action of microorganisms, during storage as well as possible waste treatment (aerobic or anaerobic digestion). Biodegradation was defined as a decomposition of substances by the action of microorganisms, in which the recycle of carbon, the mineralisation ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  and salts) of organic compounds and the generation of new biomass occurs. The biodegradation is not simple process, actually it's very complex. Biodegradation indicate that biological activity is dominant process. But in nature, biotic and abiotic factors are involved together. Polymeric materials which are exposed to outdoor conditions (i.e. weather, ageing) can undergo different changes (mechanical, light, thermal, and chemical) which can influence the biodegradation of certain materials. Abiotic factors can contribute to the weakening of the polymer structure and be useful in biodegradation process initiation. It is necessary to study the involvement of the abiotic conditions for a better estimation of the durability of polymeric materials [6].

Paper degradation can be monitored by the mechanical or physical properties of paper (tensile strength, folding endurance, tear index) or degree of polymerisation. Recently with the use of vibrational spectroscopy can be monitored cellulose structure, crystalline phases or hydrogen bond network [7]. Infrared spectroscopy is one of the most important methods for the characterization of chemical structures and identification of chemical functional groups from vibrational spectra. FTIR spectroscopy has been used for the characterization of paper and its degradation recently. In order to examine the influence of abiotic and biotic factors on paper degradation the paper sample was exposed to UV

irradiation and biodegradation study. Degradation of samples was monitored through FTIR spectra. The differences between the obtained spectra were analysed. The disappearance of bands and formation of new band attributed to formation of cellulose oxidative and hydrolytic products was monitored.

## 2. Experimental

### 2.1. Materials

A bulky paper (80 g/m<sup>2</sup>), containing mechanical pulp was chosen for this study. The paper was exposed to artificial ageing test under xenon arc lamp in order to stimulate artificial ageing. Besides artificial ageing test, the paper was exposed to anaerobic soil conditions in order to examine its biodegradability.

### 2.2. Accelerated ageing

Accelerated ageing was achieved by exposure of samples to xenon lamp in Solarbox 1500e device (CO.FO.ME.GRA) The sample of paper was exposed to filtered xenon light under 550 W/m<sup>2</sup>, for 12 and 48 hours at a temperature of 60 °C; a type of UV filter was used to change the xenon spectral curve into the ultraviolet range. The indoor filter was used for the simulation of conditions of internal exposure (equivalent to sunrays filtered through a window pane).

### 2.3. Biodegradation test

Laboratory soil burial experiments were conducted at room temperature. Paper samples were placed horizontally in laboratory glass containers filled with soil. Samples were cut in 4 x 5 cm. All the samples were buried for 14, 80 and 180 days in glass containers filled with the soil. The water content of the soil was adjusted to 40% of its maximum water retention capacity. The commercial available reagent was used in order to allow the development of anaerobic conditions.

### 2.4. FTIR analysis

The FTIR spectra of all samples were recorded by Shimadzu IRAffinity-1 FTIR on a Michelson interferometer, using the technique of attenuated total reflectance (ATR). The spectra were recorded over the spectral range between 4000 – 600 cm<sup>-1</sup>, with a resolution of 4 cm<sup>-1</sup> and averaged over 15 spectra.

From the obtained IR spectra, the ratio of crystallinity was determined according to Equation 1 while the oxidation index was determined according to Equation 2, as follows:

- the absorbance ratio from 1430 cm<sup>-1</sup> ( $A_{1430}$ ) and 898 cm<sup>-1</sup> ( $A_{898}$ ) bands [8]:

$$\text{Cr.R.} = A_{1430} / A_{898} \quad [1]$$

- the ratio of integrals from 1730 cm<sup>-1</sup> ( $I_{1730}$ ) and 1620 cm<sup>-1</sup> ( $I_{1620}$ ) bands [7]:

$$\text{Ox. I.} = I_{1730} / I_{1620} \quad [2]$$

## 3. Results and Discussion

From the IR spectra of studied paper it can be seen a complexity of the sample, where hemicellulose, lignin, fillers and sizing material are additional components to cellulose. In the fingerprint region (Figure 1a), calcium carbonate can be described with three peaks at 1420, 870 and 710 cm<sup>-1</sup> [9,10]. In our case, a broad band centred at about 1417cm<sup>-1</sup> is detected, which is partially due to the asymmetric stretching CO<sub>3</sub> vibration. Two other bands are observed at 871 and 711 cm<sup>-1</sup>. These bands can be attributed to the CO<sub>3</sub> and CO<sub>2</sub> bending vibration of calcium carbonate. In Figure 1a the strong bands arising from the antisymmetric bridge stretching of C-O-C groups at 1159 cm<sup>-1</sup> and C-O stretching in cellulose/hemicellulose molecules at 1105 and 1024 cm<sup>-1</sup> are observed. The strongest band observed in the spectrum at 1024 cm<sup>-1</sup> is accompanied by two characteristic peaks at 1051 and 997 cm<sup>-1</sup> [9]. The FTIR absorption band at 896 cm<sup>-1</sup>, assigned to C–O–C stretching at β-(1-4)-glycosidic linkages, is called an “amorphous” absorption band, while the FTIR absorption band at 1430 cm<sup>-1</sup>, assigned to a symmetric CH<sub>2</sub> bending vibration, decreases is known as the “crystallinity band [8]. Broadening of the band at 896

$\text{cm}^{-1}$  reflects higher amount of disordered structure. Presence of lignin is clearly manifested in IR spectrum as three bands at 813, 1510 and 1590  $\text{cm}^{-1}$  (Figure 1b) [3,11,12]. The bands at 1509 (very weak), 1602 (very strong) are assigned to phenyl ring vibrations. The band at 1640  $\text{cm}^{-1}$  is characteristic of bending vibration of water molecules (adsorbed water).

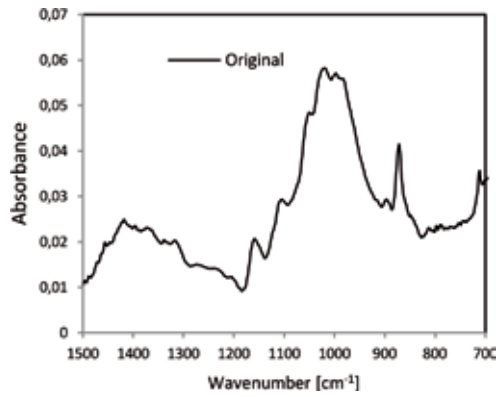


Figure 1a FTIR spectra of original bulky paper before UV treatment and biodegradation (750-1500  $\text{cm}^{-1}$ )

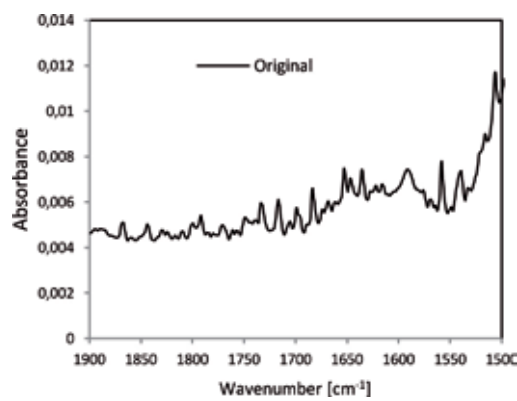


Figure 1b FTIR spectra of original bulky paper before UV treatment and biodegradation (1500 - 1900  $\text{cm}^{-1}$ )

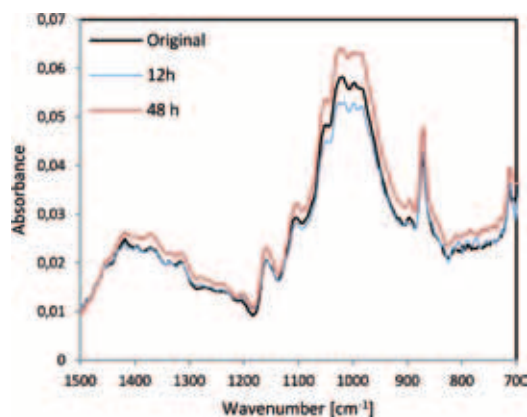


Figure 2a FTIR spectra of UV treated paper sample (750-1500  $\text{cm}^{-1}$ )

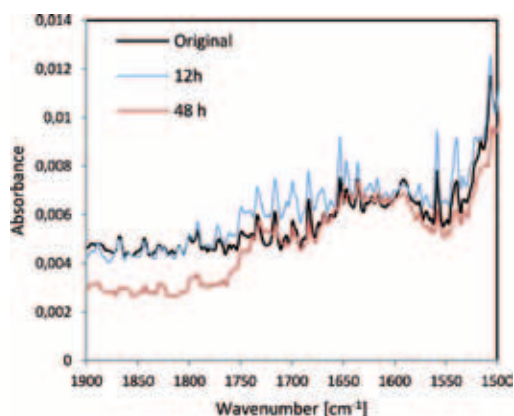


Figure 2b FTIR spectra of UV treated paper sample (1500 - 1900 cm<sup>-1</sup>)

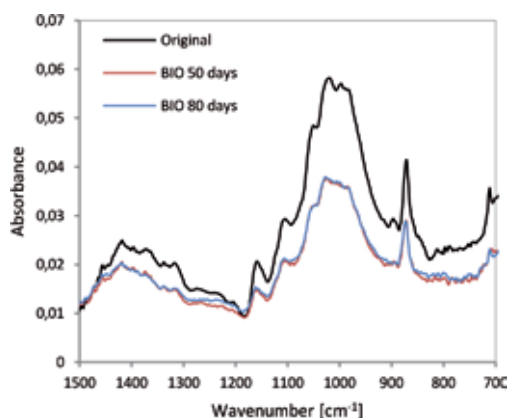


Figure 3a FTIR spectra of paper sample after biodegradation (750-1500 cm<sup>-1</sup>)

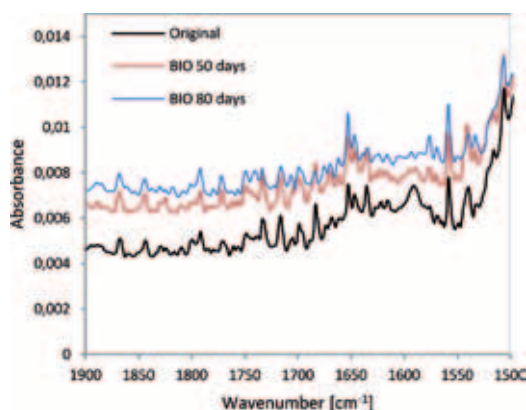


Figure 3b FTIR spectra of paper sample after biodegradation (1500 - 1900 cm<sup>-1</sup>)

Figure 2a and 2b shows the influence of xenon test on paper degradation while Figure 3a and 3b shows influence of biodegradation. Comparing the results of all samples, it can be noticed that IR spectra in the fingerprint region (700 – 1500 cm<sup>-1</sup>) is significantly affected during biodegradation test than IR spectra of samples exposed to xenon test. The highest changes are noticed for range 1000 – 1200 cm<sup>-1</sup> in which the most characteristic bands of cellulose are recorded, while in the samples treated with xenon test, the fingerprint region bands characteristic for cellulose (range from 1000 – 1200 cm<sup>-1</sup>) mainly are unaffected. Also, the changes for the amorphous cellulose band at 898 cm<sup>-1</sup> is noticed mostly in the case

of biodegradation study since amorphous zones are more susceptible to degradation than the crystalline regions and also more accessible to degradation by bacteria [2]. During biodegradation test this band decreases over biodegradation time. Also, the broadening the band  $813\text{ cm}^{-1}$  and its decrease in the intensity can be noticed mostly in the case of xenon test. This may be attributed to oxidation of lignin. The range between  $1300\text{ -}1500\text{ cm}^{-1}$  can be used for determination of structural changes of cellulose. Based on changes of C–C–H, O–C–H, C–O–H, and H–C–H in-plane bending and H–O–H bending vibrations of water molecules, oxidation reaction of cellulose affects its polymeric structure causing rearrangement in hydrogen bond network [1,3]. The mentioned range is changed mostly in the case of biodegradation study, indicating to damaged paper structure.

In the fingerprint region, the band at  $1456\text{ cm}^{-1}$  completely disappears after 48 h of radiation, which wasn't observed during 12 h of radiation, neither during biodegradation tests. This may indicate the oxidation of the hydroxyl group.  $1457\text{--}1462\text{ cm}^{-1}$  corresponds to OH in-plane bending [13].

Figures 2b and 3b shows the influence of xenon test and biodegradation on bulky paper degradation in range between  $1500\text{ and }1850\text{ cm}^{-1}$  where oxidation state of paper degradation can be observed due to formation of carbonyl groups. That's why in this area, the strongest changes are observed. Results show that most of the changes during experiments occurred in the range  $1500\text{ -}1900\text{ cm}^{-1}$  during 48 h of xenon test and 80 days of biodegradation.

As well as in fingerprint region, a decrease of lignin bands at  $1510\text{ and }1593\text{ cm}^{-1}$  can be noticed, mostly in the case of xenon test. Even though some authors reported a very low degradation of lignin in anaerobic conditions [14], the obtained results in this case shows decrease of bands during biodegradation indicating its degradability in anaerobic conditions. The broadening of lignin band at  $1593\text{ cm}^{-1}$  and shifting to lower wavenumbers was noticed. After 48 h of exposure band at  $1593\text{ cm}^{-1}$  tend to disappear. When the characteristic absorption peaks of the aromatic ring are weakened, suggesting that the aromatic rings in the lignin are partially opened [15]. During 12 h of xenon test no other significant changes in the IR spectrum than lignin band were observed.

Two broad bands at around  $1610$  (conjugated carbonyl groups) and  $1730\text{ cm}^{-1}$  (aldehyde/carboxyl groups) which originate from carbonyl groups in the terminal glucopyranose rings of cellulose chains and from oxidation [11]. Carboxyl or aldehyde absorptions which could be expected in cellulose above  $1700\text{ cm}^{-1}$  as arising from the opened terminal glycopyranose rings or oxidation of the C–OH groups, with a maximum around  $1730\text{ cm}^{-1}$ . These can be assigned as arising from hydrolysis of hemiacetal bonds which may eventually generate aldehyde groups on opening the terminal rings [7].

After 12 h of xenon test, a formation of new bands around  $1606\text{ and }1600\text{ cm}^{-1}$  is recorded. Besides this, bands at  $1890\text{ and }1722\text{ cm}^{-1}$  are also present. In the original untreated paper this bands aren't recorded. So, it can be concluded that these new bands arise from degradation, presenting degradation products – carboxyl and conjugated carbonyl groups. After 48 h of xenon test, the changes in IR spectrum are more significant compared to 12 h treated sample. Some of the bands present at original paper sample completely disappear. Moreover, some new bands that indicate the occurrence of degradation products of paper are also recorded, similar to the paper treated for 12 h. Creation of new band at  $1606\text{ cm}^{-1}$  is also recorded in this sample as well as band at  $1722\text{ cm}^{-1}$ . The band at  $1660\text{ cm}^{-1}$  is shifted to  $1656\text{ cm}^{-1}$ . In addition, the bands at  $1652, 1647\text{ and }1734\text{ cm}^{-1}$  are shifted to lower wavenumbers to  $1651, 1645\text{ and }1732\text{ cm}^{-1}$ . The band at  $1660\text{ cm}^{-1}$  representing the lignin conjugated with unsaturated carbonyl group [13]. During biodegradation study the formation of new carboxyl bands at  $1722\text{ cm}^{-1}$  and conjugated carbonyl groups around  $1610\text{ cm}^{-1}$  is also present. During 80 days of biodegradation a band at  $1780\text{ cm}^{-1}$  is also formed. The sharpening of band around  $1740\text{ cm}^{-1}$  is noticed in the case of samples during 48 h of xenon test ( $1737\text{ cm}^{-1}$ ) and in the case of 80 days of biodegradation ( $1739\text{ cm}^{-1}$ ) representing the products of cellulose partial oxidation. During 80 days of biodegradation the formation of band at  $1707\text{ cm}^{-1}$  represent the products of partial cellulose oxidation [11]. The formation of –COOH around  $1745\text{ cm}^{-1}$  representing a final oxidation stage of carbon atoms in glucopyranose rings [7,11]

Comparing the crystallinity index of original paper sample and treated paper samples it can be noticed

a small reduction of crystallinity ration during xenon test indicating a negligible change in crystallinity or amorphous cellulose in paper. During biodegradation test, this ratio increased over 50 days of biodegradation, but for 80 days this value is lower compared to 50 days. This can be explained by the ability of microorganisms to degrade firstly amorphous cellulose rather than crystalline. The higher crystallinity ratio of paper indicates that crystalline cellulose in paper stays untacked. A decrease of amorphous cellulose in bulky paper over biodegradation time was also confirmed by the FTIR spectra.

**Table 1. Crystallinity ratio (Cr.R) and oxidation index (Ox.I) of tested paper samples**

		Cr.R.	Ox. I.
Bulky paper (original sample)		0,85	1,21
Xenon test	12 h	0,85	1,37
	48 h	0,80	1,37
Biodegradation	50 days	0,99	1,34
	80 days	0,96	1,07

According to [7] the highest contribution to the 1730 cm<sup>-1</sup> band comes from carboxyl or aldehyde groups, and to the 1620 cm<sup>-1</sup> band from carbonyl groups, the ratio of these two integrals can serve as an index defining an oxidation state of cellulose in paper (oxidation index). The results show that in both test oxidation increases over time, showing higher results for xenon test which is also confirmed by the FTIR spectra. In the biodegradation test, the oxidation is lower, especially for the 80 days of test confirming that hydrolysis is a predominant process of paper degradation.

#### 4. Conclusion

Degradation of bulky paper conducted in artificial ageing test and under biodegradability in anaerobic condition showed that paper was degraded through oxidation and hydrolysis. The formation of new carboxylic bands at 1722 cm<sup>-1</sup>, indicating a hydrolysis of hemiacetal bond in cellulose. As well oxidation of paper was confirmed by formation of conjugated ketones from hydroxyls group of cellulose. Comparing two different degradation environments, the most significant changes observed for the characteristic cellulose bands arising from biodegradation while during xenon test changes occur in the range of 1500-1900 cm<sup>-1</sup> where formation of new carbonyl bands are formed and some of the bands are shifted or completely disappeared. As well in the biodegradation, a change in the range which describes the paper (polymer) structure is more affected than during xenon test. The xenon test is more effective in lignin oxidation than biodegradation test which can be observed from reduction and broadening of lignin bands. During biodegradation, the paper structure is affected as well while in the xenon test no significant changes in paper appearance occurred.

#### 5. Reference

- [1] L.M. Proniewicz, C. Paluszkiwicz, A. Wesetucha-Birczyńska, H. Majcherczyk, A. Barański, A. Konieczna, FT-IR and FT-Raman study of hydrothermally degraded cellulose, *J. Mol. Struct.* 596 (2001) 163–169. doi:10.1016/S0022-2860(01)00706-2.
- [2] J.P.H. Van Wyk, M. Mohulatsi, Biodegradation of Waste Cellulose, *J. Polym. Environ.* 11 (2003) 23–28. doi:10.1023/A:1023883428359.
- [3] L.M. Proniewicz, C. Paluszkiwicz, A. Wesetucha-Birczyńska, A. Barański, D. Dutka, FT-IR and FT-Raman study of hydrothermally degraded groundwood containing paper, *J. Mol. Struct.* 614 (2002) 345–353. doi:10.1016/S0022-2860(02)00275-2.
- [4] T. Łojewski, K. Zieba, A. Knapik, J. Bagniak, A. Lubanska, J. Łojewska, Evaluating paper degradation progress. Cross-linking between chromatographic, spectroscopic and chemical results, *Appl. Phys. A Mater. Sci. Process.* 100 (2010) 809–821. doi:10.1007/s00339-010-5657-5.
- [5] T. Łojewski, P. Miśkowiec, M. Molenda, A. Lubańska, J. Łojewska, Artificial versus natural ageing of paper. Water role in degradation mechanisms, *Appl. Phys. A Mater. Sci. Process.* 100 (2010) 625–633. doi:10.1007/s00339-010-5645-9.
- [6] N. Lucas, C. Bienaime, C. Belloy, M. Queneudec, F. Silvestre, J.E. Nava-Saucedo, Polymer biodegradation: Mechanisms and

estimation techniques - A review, *Chemosphere*. 73 (2008) 429–442. doi:10.1016/j.chemosphere.2008.06.064.

[7] J. Łojewska, P. Miśkowiec, T. Łojewski, L.M. Proniewicz, Cellulose oxidative and hydrolytic degradation: In situ FTIR approach, *Polym. Degrad. Stab.* 88 (2005) 512–520. doi:10.1016/j.polymdegradstab.2004.12.012.

[8] D. Ciolacu, F. Ciolacu, V.I. Popa, Amorphous Cellulose – Structure and Characterization, *Cellul. Chem. Technol.* 45 (2011) 13–21. doi:10.1163/156856198X00740.

[9] P.J. Ferreira, A. Gamelas, I.M. Moutinho, A.G. Ferreira, N. Go, C. Molleda, M.M. Figueiredo, Application of FT-IR-ATR Spectroscopy to Evaluate the Penetration of Surface Sizing Agents into the Paper Structure, [2009] 3867–3872.

[10] S. Grilj, M. Klanjšek Gunde, R. Szentgyörgyvölgyi, D. Gregor-Svetec, FT-IR and UV / VIS analysis of classic and recycled papers, *Papíripar*. (2012) 7–13.

[11] J. Łojewska, A. Lubanska, P. Miśkowiec, T. Łojewski, L.M. Proniewicz, FTIR in situ transmission studies on the kinetics of paper degradation via hydrolytic and oxidative reaction paths, *Appl. Phys. A Mater. Sci. Process.* 83 (2006) 597–603. doi:10.1007/s00339-006-3529-9.

[12] M. Poletto, H.L. Ornaghi Júnior, A.J. Zattera, Native cellulose: Structure, characterization and thermal properties, *Materials (Basel)*. 7 (2014) 6105–6119. doi:10.3390/ma7096105.

[13] P. Calvini, a. Gorassini, FTIR – Deconvolution Spectra of Paper Documents, *Restaurator*. 23 (2002) 48–66. doi:10.1515/REST.2002.48.

[14] D.P. Komilis, R.K. Ham, The effect of lignin and sugars to the aerobic decomposition of solid wastes, *Waste Manag.* 23 (2003) 419–423. doi:10.1016/S0956-053X(03)00062-X.

[15] X. Ouyang, Y. Tan, X. Qiu, Oxidative degradation of lignin for producing monophenolic compounds, *J. Fuel Chem. Technol.* 42 (2014) 677–682. doi:10.1016/S1872-5813(14)60030-X.

Korespondencija:

Marina Vukoje; Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, Getaldićeva 2, 10 000 Zagreb

marina.vukoje@grf.hr

## **ANALIZA RAZUMIJEVANJA I STAVOVA STUDENTA KAO DJELOTVORAN DOPRINOS UNAPREĐENJU EVALUACIJE NA RAZINI PREDMETA**

**Danijela Pongrac**

Tehničko veleučilište Zagreb, dpongprac@tvz.hr

### **Sažetak**

U radu se prikazuje istraživanje o načinu promjena prezentiranja gradiva i praćenja studenata, te koliko napravljene promjene utječu na veću motivaciju studenata a time i bolje razumijevanje sadržaja predmeta. Također je ispitana i osobna procjena znanja studenata u pojedinim područjima gradiva. Istraživanje je provedeno na studentima 2 godine stručnog studija Informatike, smjera Organizacija Informatizacija Ureda (N=50). Postavljene su dvije hipoteze koje počivaju na postojanju razlika u razumijevanju sadržaja i osobnoj procjeni znanja studenata na početku i u drugoj polovini semestra. Rezultati su pokazali da metodološke promjene koje su napravljene na predmetu i u načinu kontinuiranog praćenja studenata, utječu na to da studenti imaju bolje znanje i razumijevanje sadržaja, dok u osobnoj procjeni znanja nema značajne razlike. Ovo istraživanje ima za svrhu evaluaciju na razini predmeta Tablični kalkulatori, kao mogućeg alata za njegov buduću razvoj i reviziju.

Ključne riječi: evaluacija predmeta, stavovi studenata, razvoj poučavanja, revizija

## **ANALYSIS OF STUDENT UNDERSTANDING AND ATTITUDES AS AN EFFECTIVE CONTRIBUTION TO IMPROVING THE EVALUATION ON THE COURSE LEVEL**

### **Abstract**

The paper presents research on how change in the presentation of material and the monitoring of students, affect the greater motivation of students and thus a better understanding of subject content. It is also tested personal assessment of student knowledge in specific areas of the curriculum. The study was conducted on second year undergraduate students from professional study in Information Technologies (N = 50). There are set two hypotheses based on the existence of differences in the understanding of the content and personal assessment of students at the beginning and in the second half of the semester. The results showed that the methodological changes made in the case and mode of continuous monitoring of students, influenced on students to have a better knowledge and understanding of the content, while in the personal assessment of the knowledge no significant difference. This research has the purpose of evaluation the Spreadsheet Course, as a possible tool for its future development and revision.

Keywords: evaluation of courses, students' attitudes, the development of teaching, audit

### **1. Uvod**

Sa sve većom ponudom studija i programa unutar visokog obrazovanja, javlja se i briga oko kvalitete znanja i vještina koje se nude studentima. Time se značajno povećava i izgrađuje proces prikupljanja stavova od strane studentske populacije.

Većina visoko obrazovnih institucija u svijetu prikuplja neku vrstu povratne informacije o studentskom iskustvu u visokom obrazovanju. Studentski stavovi i opažanja mogu se prikupiti na različite načine, kao što su neformalne diskusije ili fokus grupe, ipak najčešći oblik su upitnici, odnosno ankete.

Ankete se najčešće provode putem interneta, na dobrovoljnoj bazi i prilikom svakog upisa u viši semestar. Najčešće se ispituje zadovoljstvo studenata sa nastavom i stručnošću nastavnika, te uvjetima na visokoj školi. Odaziv studenata u anketiranju putem interneta u prosjeku iznosi između 30 i 40 posto od ukupne populacije studenata na godini[1]. Ironično je što se rezultati ne shvaćaju previše ozbiljno, te je nejasno

da li utječu na promjene u praksi.

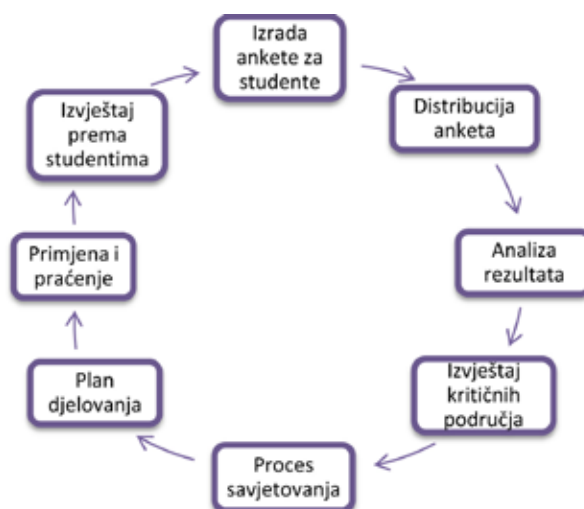
Povratne informacije od studenata trebale bi voditi prema poboljšanju nastavnog procesa, što u konačnici podiže kvalitetu ustanove, te postizanju veće konkurentnosti na tržištu. Evaluaciju je danas nužno promatrati kao obavezni korak prema odgovornosti ali i kao sastavni dio profesionalne prakse i sistematičnog razvoja vještina poučavanja. A to u konačnici ovisi o praćenju izvedbe i postignuća.

Unutar ovog istraživanja ista anketa je provedena na početku IV semestra i u drugoj polovini na, fokusirajući se na razumijevanje osnovnog sadržaja i stavova studenata u sklopu obaveznog predmeta Tablični kalkulatori. U nastavi je primijenjeno nekoliko različitih metoda prezentacije sadržaja, te evaluacije rada i znanja studenata, što nije bilo prisutno prijašnjih godina. Željeni očekivan ishod je veće razumijevanje sadržaja predmeta kao i razvoj pozitivnih stavova studenata prema predmetu.

## 2. Analiza stavova studenata kao djelotvoran doprinos unaprjeđenju nastavnog procesa

Nije uvijek jasno vidljivo kako se stavovi studenata, prikupljeni kroz razne ankete na razini institucije, uklapaju u poboljšanje samog nastavnog procesa pojedinog predmeta. Anketa na razni institucije prikuplja se jednom godišnje, a pitanja su jednaka za sve odjele, zavode kao i predmete. Stoga od analize takvih rezultata mogu imati koristi vodstvo ili viši menadžment, dok sam nastavnik rezultate takvog tipa teško može iskoristiti za konkretan rad na predmetu. U tom smislu postoji velik broj analiza i istraživanja koji se indikatori mogu upotrijebiti kako bi se doprinijelo većem razvoju pojedinog predmeta a time u konačnici i same institucije.

Autor Harvey[2], prema Douglas&Douglas, navodi kako nastavničko osoblje ima vrlo malo vjere u studentske ankete, bilo da se rade na razni predmeta ili institucije. Razlog tome je način procesiranja odgovora, kao krajnje birokratski i odvojen od svakodnevne prakse. Također je primjetan potpuni nedostatak priznanja i nagrade za dobro podučavanje, dok sa druge strane studenti nemaju povratnu informaciju o svom doprinosu. Što se može povezati sa slabim odazivom prilikom ispunjavanja ankete i cinizmu u odgovorima studenata, koji su time manje vjerodostojni. Harvey nadalje predlaže model „Krug zadovoljstva“ u cilju dobivanja efektivnog doprinosa u napretku internih procesa visoke škole. Model (SLIKA 1) je potrebno kontinuirano primjenjivati u smislu analize, izvještaja, djelovanja i povratne veze kroz sve razine sustava. Nakon provedene analize rezultata, potrebno je napraviti plan akcije u područjima koja zahtijevaju promjene. Primjerice, u smislu bolje metodičke razrade pojedinih cjelina i primjene dodatnih li drugačijih opisa zadataka, načina pripreme za vježbe i same procjene usvojenog sadržaja. U konačnici i studente je potrebno upoznati sa pokrenutim promjenama i dobivenim rezultatima, a koji su inicirani na osnovu prvotnih rezultata ankete. Kako bi se ostvario efektivni doprinos u poboljšanju nastavnog procesa potrebno je stvoriti krug stalnih aktivnosti, gdje nalazi iz početnog kruga ispitivanja dovode do idućeg, dubljeg ciklusa istraživanja, a time i do izgradnje znanja.



Slika 1 Model kruga zadovoljstva[2]

Zatvaranjem kruga prema Watsonu[3] (2003) sudionici vide smisao te se ohrabruju za daljnja istraživanja, čime se i povećava vjerodostojnost rezultata. Takvim načinom rada i menadžment može biti ohrabren u rješavanju novo proizašlih pitanja iz rezultata.

Edstrom[4] navodi da postoje dvije osnovne svrhe evaluacije: revizija i razvoj. Isti polaritet primjećuju i drugi autori primjerice procjena i razvojna svrha (Kember, 2002); osiguranje kvalitete i povećanje kvalitete (Biggs, 2003), itd. Ako se evaluacija radi u svrhu razvoja, istodobno će i revizija biti zadovoljena, dok u obrnutom smjeru ne vrijedi. Prema tome, bitno je jasno izraziti svrhu procesa evaluacije nastavnom osoblju, kao intenciju razvoja a ne revizije, i u tom smislu smatram da pozitivni rezultati ne bi izostali.

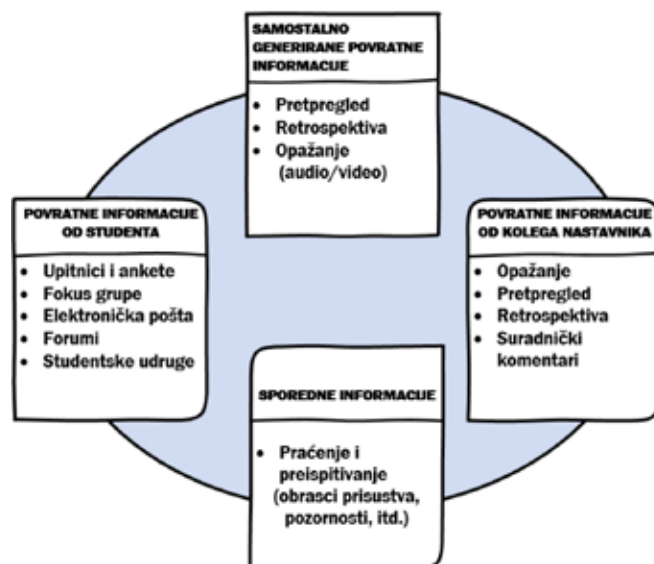
Kako bi evaluacija samog predmeta postala i alat za njegov razvoj, mora se unaprijed znati što je moguće i što se želi ostvariti u procesu poučavanja i učenja.

### 3. Metode prikupljanja povratnih informacija

Praksa prikupljanja studentskog stava na samom kraju semestra, osim nezainteresiranosti pokazuje i dva nedostatka. Prvi je da se studenti ne mogu sa većom preciznošću prisjetiti što se sve događalo na nastavi, a drugi da ono što oni zapaze neće utjecati na njih same jer su prošli nastavu. Također ovako dobivena slika je jednostrana, jer se sagledava izvođenje nastave samo iz jednog izvora.

U zemljama anglosaksonskog područja, u praksi visokog obrazovanja postoje tri izvora prikupljanja povratnih informacija: od studenta; od kolega i osobna opažanja. Uz navedeno postoji i četvrti izvor koja se ne istražuje često, te prolazi neopaženo, a radi se o sporednim informacijama koje se prikupljaju kroz svakodnevnu rutinu: prisustvo, bodovi vježbi, prolazak, pad, odustajanje, ponavljanje, distribucija ocjena, napredak, odabir interesnih tema, itd. [5].

Autor Housnell [5] tako predlaže da evaluacija uključuje sva četiri izvora prikupljanja informacija (SLIKA 2).



Slika 2 Izvori i načini prikupljanja povratnih informacija [5]

Kombinacijom više povratnih informacija moguće je dobiti kvalitetniju, odnosno višestranu sliku stanja nastavnog procesa pojedinog predmeta.

Također je bitno je izdvojiti da evaluacije koje se rade na kraju semestra iako mogu prikazati općenito zadovoljstvo studenata sa sadržajem i predavačem, one ne pokazuju razumijevanje i izvođenje zaključaka na osnovu sadržaja predmeta. To se dokazuje i kod pristupanja studenata izradi završnog rada, gdje može biti vidljiv manjak razumijevanja osnovnih pojmova.

## 4. Istraživanje

Provjera učinkovitosti u nastavnom procesu, ostvarena je kroz primjenu akcijskog istraživanja, gdje sami nastavnici u konkretnoj situaciji imaju mogućnost usmjeravati svoje djelovanje na temelju prethodno uočenih rezultata. Nalazi istraživanja dovode do drugog, obično dubljeg, ciklusa istraživanja i izgradnje znanja.

### 4.1. Predmet i svrha istraživanja

Predmet Tablični kalkulatori predaje se na drugoj godini (IV semestar) stručnog studija Informatike kao obavezan predmet smjera Organizacija i informatizacija ureda, pri Tehničkom veleučilištu Zagreb. Predmet je nastavak obaveznog predmeta prve godine, Uredsko poslovanje. U predmetu se teorijski i praktično razmatra primjena tabličnih kalkulatora kroz uredsko okruženje, sa glavnim alatom - aplikativni program Excel tvrtke Microsoft. Predmet ne kreće od osnova, nego se zasniva na naprednim proračunima, obradama i analizama podataka. Iz iskustva je primijećeno kako studenti nemaju dovoljnu razinu motivacije za predmet kojemu je naglasak stavljen na praktične vještine i razumijevanje studenata u radu s aplikativnim programom. Konačni rezultati ako gledamo ocjenu koju studenti dobiju na ispitu, kreću se između dovoljan i dobar. U želji da se promjeni takvo stanje školske godine 2015/2016 u samu nastavu su uvedene dodatne tehnike i metode prezentiranja gradiva, kao i dodatni načini praćenja i ocjenjivanja rada studenta tijekom semestra.

U dotadašnjoj praksi, predavanja su se održavala frontalnim načinom rada, dok se na vježbama rade pojedinačni zadaci koji prate teme predavanja uglavnom individualnim radom studenata. Ocjenjivanje studenata provodilo se kroz dva pismena kolokvija ili jedan pismeni ispit. Uz navedeno bilo je primijećen velik broj izostanaka s predavanja, što je predstavljalo problem na vježbama jer studenti nisu imali teoretsku i pokaznu pripremu.

Kao dodatni načini prezentiranja gradiva uvedene su pripreme za vježbe koje su obuhvaćale: dokumentaciju opisa zadataka i njihove izrade te video materijale koji objašnjavaju primjere sa predavanja, napravljene od strane nastavnika ili su preuzeti sa službenih stranica vezanih uz aplikativni program. Na kraju svake cjeline napravljena su kviz pitanja koja se rješavaju kroz diskusiju na predavanjima. Na početku semestra predložene su teme koje se mogu obraditi u grupi ili individualno te prezentirati na predavanju. U nastavu je uključen alat za online učenje LMS, putem kojeg studenti pristupaju materijalima s predavanja, materijalima za pripremu vježbe, kao i dodatnim multimedijским materijalima. Praćenje i ocjenjivanje studenata na predavanjima radi se kroz blic testove i grupni rad, na vježbama se boduje pripremljenost, odnosno stupanj samostalnosti u izradi zadataka. Nadalje se ocjenjuju 2 pisana kolokvija kao i dodatni rad kroz prezentacije ili projekte. U konačnici formiraju se četiri ocjene koje nose podjednaku težinu, te se izračunavanjem njihove srednje vrijednosti formira konačna ocjena.

Na osnovu iznesenog možemo postaviti određenje predmeta i svrhe istraživanja: Istraživanjem stanja u praksi na kolegiju Tablični kalkulatori pri Tehničkom veleučilištu u Zagrebu, pokušava se ustanoviti da li dodatni načini prezentiranja gradiva te praćenja i ocjenjivanja utječu na veću razinu razumijevanja osnovnog gradiva iz područja aplikativnog programa Excel.

### 4.2. Opći i specifični ciljevi

Opći cilj je bio utvrditi da li promjene načina prezentiranja gradiva i praćenja studenata utječu na veće osnovno razumijevanje sadržaja predmeta. Specifični cilj se odnosi na usporedbu rezultata osobne procjene znanja studenata na početku semestra i u drugoj polovini semestra, te uvidjeti da li postoje i u kolikoj mjeri razlike u istoj.

### 4.3. Hipoteze i varijable

Iz postavljenog cilja postavljene su dvije hipoteze kojima se pretpostavlja postojanje razlika, a one glase:

1. Postoji razlika u razumijevanju studenata na početku i na kraju semestra s obzirom na dodatne načine prezentiranja nastavnog sadržaja.
2. Postoji razlika u osobnoj procjeni znanja studenata iz poznavanja rada osnovnih područja aplikativnog

programa Excel a s obzirom na dodatne načine prezentiranja, na početku i na kraju semestra.

Zavisne varijable su znanje (razumijevanje i poznavanje) i vrijeme (prije i poslije), dok su nezavisne dodatni načini prezentiranja sadržaja i tri osnovna područja ispitivanja (osnovne operacije u tablici; formule i funkcije; obrada podataka)

## 5. Rezultati i diskusija

S obzirom da se ista anketa ispunjavala na početku i na kraju semestra, prikazana je usporedba razlike u točnim odgovorima na početku i krajem semestra kroz tri grupe pitanja, te razlika samo-procjene znanja studenata (N=50) kroz iste sadržajne teme. Na grafikonu 1 je prikazana razlika između točnih odgovora prema pitanjima, na početku i završetku semestra.



Grafikon 1 Razlika u točnim odgovorima

Prva grupa pitanja povezana je uz osnovna kretanja kroz tablicu i organizaciju - prepoznavanje slike sučelja (trake) i naredbi, unos podataka, formatiranje i kopiranje (žuto). Druga grupa pitanja odnosi se na poznavanje rada funkcija i njihovih rezultata (plavo). Treća grupa pitanja odnosi se na poznavanje rada s podacima (pivot, sortiranje/filtriranje, dijagram, ispis) (zeleno).

S obzirom da se ovdje radi o malom uzorku koji je u međusobnoj korelaciji, koristila se je metoda diferencije, pri čemu nije potrebno računati korelaciju između varijabli.[6]

Rezultati početnih i završnih odgovora, kao i postupak izračunavanja pomoću metode diferencije prikazan je u tablici (Tablica 1)

### Tablica 1 Metoda diferencije

pitanja	točni odgovori na početku(X) i na završetku(Y) semestra		Diferencija Y-X	d	d <sup>2</sup>
	X	Y			
1	13	30	17	7,50	56,25
2	28	42	14	4,50	20,25
3	27	40	13	3,50	12,25
4	32	38	6	-3,50	12,25
5	12	13	1	-8,50	72,25
6	14	21	7	-2,50	6,25
7	27	35	8	-1,50	2,25
8	24	32	8	-1,50	2,25
9	7	13	6	-3,50	12,25
10	25	36	11	1,50	2,25
11	34	48	14	4,50	20,25
12	10	25	15	5,50	30,25
13	25	35	10	0,50	0,25
14	17	20	3	-6,50	42,25
$\Sigma$ dif			133	$\Sigma d^2$	291,5

Na osnovu dobivenih rezultata točnih odgovora 1(x) i 2(y) ankete izračunata je aritmetička sredina svih diferencijacija. Istražile su se razlike između svake pojedine diferencije i aritmetičke sredine diferencije. Nakon kvadriranja razlika izračunata je standardna devijacija, tj. srednje kvadratno odstupanje koja iznosi 4,37, dok standardna pogreška razlike iznosi 1,26. Na osnovu dobivenih vrijednosti izračunat je t-test za provjeru prve hipoteze, koji iznosi 7,5. S obzirom da je dobiveni iznos veći od 2,16 za razinu značajnosti 0,05 može se stvoriti zaključak da je razlika statistički značajna, u točnim odgovorima studenata između početne i završne ankete. Time se potvrđuje postojanje razlike u razumijevanju studenata na početku i na kraju semestra s obzirom na dodatne načine prezentiranja nastavnog sadržaja.

Na kraju upitnika se od studenata očekivalo da s obzirom na svoje razumijevanje sadržaja predmeta tvrdnjama označe jedan od pet odgovora na Likertovoj skali, ponuđeni su odgovori glasili: nedovoljno; dovoljno; dobro; vrlo dobro i odlično. Skala je sastavljena od ukupno 7 tvrdnji koje su odražavale sadržaj nastave, te su grupirane unutar: prve grupe – Osnovne operacije u tablici; druge grupe - Formule i funkcije i treće grupe - Analiza podataka. Stupac x se odnosi na početak semestra, a stupac y na kraj semestra (Tablica 2)

**Tablica 2 Podaci grupirane skale studentskih stavova**

	Nedovoljno		Dovoljno		Dobro		Vrlo dobro		Odlično	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
1 grupa - os.operacije u tablici	4	2	3	4	16	16	20	18	8	11
2 grupa - formule i funkcije	8	3	17	13	16	22	6	9	3	3
3 grupa - analiza podataka	11	3	7	11	12	15	15	17	5	4

Kako bi provjerili drugu hipotezu podaci iz svake od tri grupe (Tablica 2), uneseni su u R statistički program, te je proveden Fisher-ov test, zbog male proporcije uzorka i iznosa u podacima. Slike 3, 4 i 5 prikazuju dobivene rezultate p vrijednosti za svaku grupu posebno. S obzirom da su dobiveni iznosi p vrijednosti za sve tri grupe manji od 0,05 možemo zaključiti kako u ovom uzorku razlika osobne procjene

studenta iz poznavanja rada u osnovnim područjima aplikativnog programa Excel na početku i na kraju semestra, nije statistički značajna na razini od 0,05.

```
> row1<-c(4,8,13,18,7) #category A(1-5) counts
> row2<-c(1,3,26,22,8) #category B(1-5) counts
> data.table<-rbind(row1,row2)
> fisher.test(data.table)

Fisher's Exact Test for Count Data

data: data.table
p-value = 0.09306
alternative hypothesis: two.sided
```

Slika 3 Rezultat Fisher testa za prvu grupu

```
> row1<-c(9,17,18,8,3) #category A(1-5) counts
> row2<-c(2,13,22,9,2) #category B(1-5) counts
> data.table <- rbind(row1,row2)
> fisher.test(data.table)

Fisher's Exact Test for Count Data

data: data.table
p-value = 0.3655
alternative hypothesis: two.sided
```

Slika 4 Rezultat Fisher testa za drugu grupu

```
> row1<-c(11,7,12,15,5) #category A(1-5) counts
> row2<-c(3,11,15,17,4) #category B(1-5) counts
> data.table <- rbind(row1,row2)
> fisher.test(data.table)

Fisher's Exact Test for Count Data

data: data.table
p-value = 0.1971
alternative hypothesis: two.sided
```

Slika 5 Rezultat Fisher testa za treću grupu

Unatoč ne prihvaćanju druge hipoteze, iz rezultata se može primijetiti kako je najmanje područje znanja u grupi dva - formule i funkcija, a najveće u grupi jedan - osnovne operacije u tablici, što u konačnici može biti putokaz na koje sadržaje je potrebno staviti veći naglasak prilikom planiranja, kako bi bili bolje usvojeni.

Gledajući sveukupnu procjenu znanja iz skale kroz sva područja na početku(X) i na kraju(Y) semestra (grafikon 1) može se primijetiti kako studenti smatraju da je njihovo razumijevanje između odgovora dobar i vrlo dobar. Upravo su to i pokazale zaključne ocjene studenata te godine, što je za razliku od prošlih godina povećanje za jednu do dvije ocjene.



Grafikon 2 Ukupnost razumijevanja sadržaja

U ovom su istraživanju ispitivano je studentsko razumijevanje nekih od osnovnih dijelova sadržaja predmeta, kao i stavovi studenata o tome koliko su upoznati s određenim dijelom sadržaja. Studenti su popunjavali isti anketni upitnik na početku i završetku semestra, s obzirom da su između dva ispunjavanja ankete u nastavni proces bili uneseni dodatni načini prezentiranja gradiva te praćenja i ocjenjivanja. Usporedbom dobivenih rezultata vidljivo je kako se je studentsko razumijevanje sadržaja osnovnih operacija u tablici i analize podataka bitno povećalo, dok u području formula i funkcija ima povećanja ali u manjoj mjeri. U sljedećem semestru potrebno je dodatno razraditi i objasniti područje formula i funkcija. Posebno se htjelo vidjeti postoje li razlike između stavova studenata da ocjene svoje trenutno poznavanje i razumijevanje sadržaja koji su bili obuhvaćeni upitnikom. Rezultati su dobiveni Likertovom skalom od pet odgovora, koji su odražavali ocjene od 1 do 5. Pokazalo se da su razlike male u okviru srednjih ocjena 2, 3 i 4, dok je razlika pozitivnog smjera u ocjeni 1 i 5. Odnosno na kraju je manje onih koji smatraju da znaju za 1, kao i više onih koji smatraju da znaju za 5.

## 6. Zaključak

Većina evaluacijskih upitnika na čije primjere se može naići u literaturi nude kvantitativne pokazatelje poučavanja te kontekstualno prikazuju rezultate u svrhu internog ili eksternog audita. Ovim kratkim istraživanjem željelo se prikazati kako sam nastavnik može djelovati u sklopu svog predmeta, konkretno propitujući prilagođenost sadržaja i stavove studenata, te primjenjujući različite evaluacijske tehnike. S obzirom da svrha današnje nastave traži osposobljavanje kompetentnog pojedinca u mnogim područjima, a time i spremnog za cjeloživotno učenje, nužno je da pri strukturiranju, osmišljavanju i realiziranju nastavnog procesa iznalaze najbolji načini razvijanja kompetencija učenja. To je zahtjevan proces koji traži u mnogim poljima kompetentnog nastavnika koji nadilazi ulogu predavača. Time se naglasak stavlja na ulogu nastavnika kao akcijskog istraživača i kritičko-refleksivnog praktičara koji može motivirati studente i strukturirati nastavni proces, kako bi se u najvećoj mogućoj mjeri poticalo na stjecanje raznovrsnih kompetencija.[7]

Svakako ovdje treba naglasiti potrebu implementacije holističkog pristupa procesu (samo)vrednovanja znanja i vještina, ne samo kroz ocjene, već i kroz uvažavanje aktivnosti studenata od redovitih dolazaka, kroz pripremljenost za vježbe do rada na individualnim i grupnim zadacima, nastavnim i izvannastavnim projektima, itd.

Kontinuirana primjena akcijskih istraživanja na razini predmeta može se promatrati kao dio mikro razine plana prikupljanja podataka o zadovoljstvu studenata i kvaliteti nastave u sklopu priprema za interni ili eksterni audit visoko školskih ustanova. Fokus istraživanja u okviru predmeta treba usmjeriti prema poboljšanju kvalitete učenja kod studenata, kao i prema boljoj kvaliteti studentskog iskustva u nastavnom procesu. Uz to da bi studenti aktivno i sa motivacijom sudjelovali u takvim istraživanjima, potrebno je da su upoznati s rezultatima kao i s poduzetim promjenama u tijeku istog semestra.

## Reference

- [1] Bennet, L.; Nair, C.S.; A recipe for effective participation rates for web-based surveys; *Assessment & Evaluation in Higher Education*; ISSN: 0260-2938; Vol.35, No.4, July 2010; pp; 357-365.
- [2], [3] Harvey, L.; The nexus of feedback and improvement, *Student Feedback: The cornerston to an effective quality assurance system in higher education*; Editors: C.S. Nair, P. Mertova, Chandos; ISBN 978 1 843345732 Publishing, Oxford, UK, 2011, str.3-24.
- [4] Edstrom, K.; Doing course evaluation as if learning matters most; *Higher Education Research & Development*; ISSN 0729-4360 print/ISSN 1469-8366 online; Vol.27, No. 2, June 2008, str. 95-106.
- [5] Housnell, D.;Evaluating courses and teaching; *A Handbook for Teaching and Learning in Higher Education*; ISBN 10: 0-203-89141-4; Published 2009 by Routledge, UK, str.198-211.
- [6] Petz, B.;Osnovne statističke metode za nematematičare; ISBN: 9531910588; Naklada Slap, Zagreb, 2007.
- [7] Koludrović, M.;Mogućnosti razvijanja kompetencija učenja u suvremenoj nastavi; ISSN print/1334-7888 online; Vol.10,No.2, 2013, str.295-307.

# ANALIZA KRIVULJE PRIVLAČNOSTI U ODNOSU NA REALNOST IZGLEDA ISPITANOG SUBJEKTA

**Sanja Bjelovučić Kopilović, Lana Kessler, Anna Maria Hackenberger Kutuzović**

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Getaldićeva 2, 10000 Zagreb

## Sažetak

Težnja današnjih razvijenih tehnologija je između ostalog stvaranje što realnijih subjekata za svrhu namjene unutar različitih područja grafičke industrije i ostalih znanosti. Realnost izgleda ispitanog subjekta može varirati, to ovisi o samom proizvođaču njegovim ciljevima i tehnologiji koju koristi. Dobiveni rezultati privlačnosti u odnosu na realnost izgleda ispitanog subjekta ovise o doživljaju same publike. Jezovita dolina (engl. "The Uncanny Valley") je pojam koji označava područje grafa krivulje privlačnosti u odnosu na realnost izgleda ispitanog subjekta ispod referentne točke. U ovome radu opisane su karakteristike dobrog subjekta koje se nalaze na uzlaznom dijelu krivulje, te su uspoređene s karakteristikama odbojnog subjekta koji se nalazi u samoj dolini. Ispitivanja su provedena na 3D animiranim likovima iz animiranih filmova i računalno iscrtanim (engl. rendered) likovima. Ispitanicima su prikazani kratki isječci sa spomenutim likovima, a oni su ih rangirali prema privlačnosti, simpatičnosti i vjerodostojnosti ljudskom liku. Obradom dobivenih podataka od strane ispitanika dobiva se prvobitna krivulja i dokaz postojanja pojma jezovite doline.

Ključne riječi: jezovita dolina, 3D animirani likovi, računalno iscrtani likovi, privlačnost, simpatičnost, vjerodostojnost

## Abstract

The tendency of today's advanced technology among other things is the creation real-like subjects for the purpose of using them in various scientific fields including graphic ones. The reality of tested subject can vary but that solely depends on the manufacturer goals and technologies that he uses. Results of attraction that were acquired in relation to the reality of the tested subject depend on the experience of the audience. The Uncanny Valley is a term that depicts an area of a graph on a curve of attraction in relation of the look of tested subject below the referent point. This paper describes the given characteristics of a good subject that is on an ascending path of the curve and is compared to the characteristics of a repulsive subject that is on a descending path. Tests are performed on a 3d animated characters from animated films and computer rendered characters. The respondents were given a short clips with these characters and were supposed to rank them according to attractiveness, likability and credibility of the human form. Processing the data obtained from the respondents we got the original curve and proof of the existence of the notion - Uncanny Valley.

Keywords: Uncanny Valley, 3D animated characters, rendered characters, attractiveness, likeability, credibility

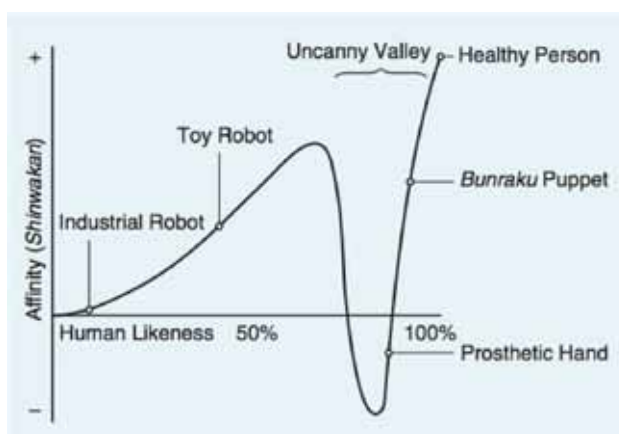
## 1. Uvod

Tehnologija u svijetu virtualnog stvaralaštva kao i stvaralaštva fizičkih oblika razvila se u širokom aspektu. Naime, današnji tehnološki izumi dosegli su određeni stupanj visoko kvalitetnih proizvoda koji se pokušavaju što više približiti realnošću živih sustava i organizama. Doprinos današnje tehnologije u računalno animiranim filmovima je stvaranje niza različitih sustava za praćenje i izradu pokreta živih tijela ili objekata. Motion Capture služi se specijalnim oznakama (markerima) i kamerama koje bilježe poziciju tih markera, ipak dolazi do problema mapiranja detalja u pokretu lica gdje se mora posebno ugraditi kamera za lice i posebno označiti markeri. Tehnika tvrtke Image Matrics omogućila je motion capture bez upotrebe markera, ipak koristi preslikavanje (engl. mapping), samo što se ne markira sam glumac, već njegova snimka.[1]

Današnji izumi, pogotovo u robotici i vizualnoj umjetnosti mijenjaju se, odnosno evoluiraju. Cilj evoluiranja

tehnoloških izuma je stvoriti što realniji lik, odnosno subjekt koji će se vrlo teško i potpuno nemoguće razlikovati od stvarnog živog sustava i organizma. Još uvijek postoje različiti problemi prilikom izrade što realističnijih modela u odnosu na originalne žive sustave i organizme. Razvojem tehnologije u cilju stvaranja što realističnijih tehnoloških izuma pobuđuju se nova pitanja i problemi vezani za smisao izrade takvih izuma, što povlači i pitanja morala. Kako bi što bolje shvatili problem koji se javlja kod realistične izrade virtualnih i fizičkih subjekata potrebno se osvrnuti na već postojeća saznanja i ispitati da li su ta saznanja točna. Evoluiranjem različitih tehnoloških izuma dovelo je do nekoliko problema u interakciji između tehnološkog izuma i čovjeka.

Graf koji prikazuje krivulju privlačnosti u odnosu na realnost ispitanog subjekta izumio je japanski profesor robotike Masariho Mori. U svome eseju „Bukimo no Tani Gensho” 1970. godine, govori o problemima koji se javljaju između ispitanika i realističnih robota kojima je bio cilj izgledati poput ljudskih osoba. Krivulja privlačnosti kod robota kojima su dodavane ljudske karakteristike rasla je do određene granice. Ipak što se više ljudskih karakteristika



Slika 1 „The Uncanny Valley“ krivulja grafa koju opisuje Masariho Mori

dodavalo robotima to su postajali zastrašujućima, te je došlo do pojave odbojnosti izgleda na grafu kao ponor koji je danas poznat kao „Jezovita dolina” eng. „The Uncanny Valley”. [2] Razlog zbog čega dolazi do pojave jezovite doline je između ostalog čovjekova sposobnost verbalne i neverbalne komunikacije, odnosno da razlikuje ponašanje ljudskog pokreta, lica i jezika. Time već instinktivno može razlučiti prirodno i neprirodno ponašanje. Računalno animirani likovi kao i većina izuma u robotici nemaju sve mišiće i pokrete koje ima stvarno ljudsko lice. Takav fenomen povežemo sa čudnim ponašanjem, te shvaćamo da se nalazimo u nerealnom okruženju što u našem mozgu može stvoriti signale za opasnost. Hipoteze ovog rada su da jezovita dolina postoji. Stvaranje lika, odnosno subjekta koji u potpunosti zadovoljava sve aspekte ljudskog ponašanja, vizualnog izgleda, govora i inteligencije je idealan lik koji se nalazi na vrhu krivulje privlačnosti u odnosu na realnost tog subjekta. Kada se jezovita dolina shvati i u potpunosti izbjegne postojati će izumi i računalne animacije koje su prihvatljive ljudima u bilo kojem aspektu. [3]

## 2. Formulacija problema istraživanja

U ovom istraživanju ispitati će se postojanje jezovite doline koju opisuje Masariho Mori. Za predmet istraživanja izabrani su uzorci koje su ispitanici trebali uvrstiti prema određenim parametrima. Ti parametri su simpatičnost i realnost zadanih uzoraka. Postupak provedbe istraživanja obavio se anketnom metodom ispitivanja direktno od pojedinca. Cilj istraživanja bio je ispitati kakav učinak imaju zadani uzorak na pojedinca u smislu privlačnosti, odnosno simpatičnosti i realnosti zadanih uzoraka, te utvrditi postojanje jezovite doline obradom dobivenih podataka. Točnije utvrditi postojanje jezovite linije

kao takve pojave kod grupa vizualnog, tj. statičnog prikaza nerealnih, virtualnih likova i video snimaka.

Rad se bazira na opisivanju stavova i doživljaju ispitanika o subjektima koji se nalaze s obzirom na simpatičnost i realnost vizualnog podražaja. Primjenjivat će se opisno istraživanje. Ovakvo istraživanje pruža mogućnost jednokratnog istraživanja kojim je moguće dobiti sliku postojećeg stanja, te pruža uvid u doživljaj, mišljenje i stav ispitanika prema danim uzorcima, tj. likovima, a biti će oblikovano pomoću komparativnog ili kros-sekcijskog nacрта.

Ispitivanje koje je provedeno u Republici Hrvatskoj uključit će što širi raspon ispitanika da bi se mogla dobiti cjelokupna i stvarna slika stajališta ispitanika. Ukupno 144 ispitanika ispunilo je anketu, a ispitivanje je obuhvatilo populaciju od 18 do 40 godina koja je upoznata sa ispitivanim uzorcima prije i onu koja ih prvi put doživljava. Anketa je provedena na muškoj i ženskoj populaciji. Kasnijom analizom rezultata će se utvrditi što sve utječe na pojedinog ispitanika i njegovu konačnu odluku u vizualnom podražaju uzoraka, tj. danih subjekata. Unutar ukupno 19 pitanja, prva 4 pitanja bila su vezana za demografske podatke, 10 pitanja je bilo vezano za ocjenjivanje računalno generiranih slika i jedne fotografije snimljene stvarnim foto-aparatom stvarnih osoba. Posljednjih 5 pitanja bilo je ocijeniti video isječke od kojih su 4 računalno generirani i jedan snimljen stvarnom video-kamerom govora stvarne osobe. Kao kontrolna grupa pitanja stavljene su fotografija i snimka pravih ljudskih bića. Ispitanicima nije dano do znanja da će biti kontrolnih grupa, već su ocjenjivali s pretpostavkom da su svi likovi računalno kreirani. Svrha kontrolnih grupa bilo je utvrđivanje stvarne percepcije ispitanika, te postavljanje minimalnih i maksimalnih granica za virtualno stvorene likove. Ispitanici, odnosno sudionici ankete provedene putem interneta imali su zadatak ocijeniti putem

nominalne skale dva parametra. Prvi parametar je bio simpatičnost gdje se od ispitanika tražilo da izraze svoj prvi dojam o uzorku na slici. Taj prvobitni dojam, odnosno instinktivna reakcija je bila najtočnija.

Ovaj parametar je na emocionalnoj osnovi. Drugi parametar je bio realnost izgleda likova, odnosno uzoraka koje su ispitanici imali zadano. Kod parametra za opažanje realnosti izgleda likova zatraženo je od ispitanika da diskriminiraju uzorke. Diskriminacija se temeljila na stvarnosti izgleda uzorka, te koliko je koji element doista izgledao ljudski. Od ispitanika je traženo da temeljito procjene detalje ispitivanih uzoraka u smislu boje, teksture, gibanja i cjelokupnog doživljaja.

### 3. Rezultati istraživanja

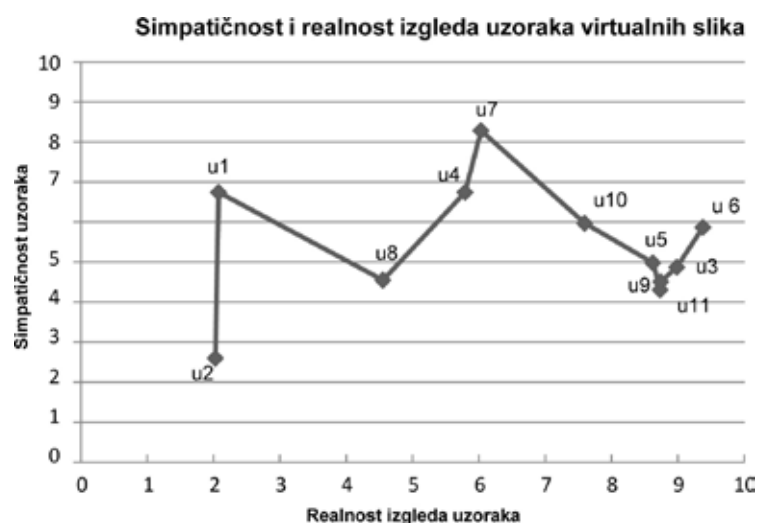
Za potrebe istraživanja provedeno je anketno ispitivanje pomoću upitnika koji su se ispunjavali dobrovoljno i anonimno. Ispitanici su ispitivani tako da su pred njima davani uzorci, odnosno subjekti likova koje su morali opisno ocijeniti sa ocjenama od jedan do deset. Uzorci su birani prema realističnim prikazima od nerealnih pa sve prema što realnijim prikazima različitih likova. Dani prikaz uzoraka ispitanicima su prikazani različitim redoslijedom kako bi rezultati bili što pouzdaniji. Svaki od uzoraka različit je prema samom izgledu i obliku, sceni, izrazu lica, ponašanju, te po realnosti i simpatičnosti. Svaki lik unutar uzorka je drugačiji i svatko nosi svoje karakteristike, prednosti i mane. Nisu međusobno povezani i nisu iste tematike. Rađeni su različitim tehnikama izrade od ručne izrade, vektorske grafike, zatim piksel grafike što uključuje trodimenzionalni i video sadržaj. Ispitanici su prema svom vizualnom podražaju i prema prvom doživljaju prikazanih likova ocijenili uzorke sa različitim ocjenama. Ocjene su predstavljale od najniže vrijednosti 1 koja je u parametru za simpatičnost značila najmanje simpatičan rezultat, a kod parametra za realnost izgleda uzorka je značila najmanju vrijednost realističnog prikaza lika. Veće ocjene predstavljale su više ocjene, stoga je ocjena 10 predstavljala u parametru za simpatičnost najvišu moguću ocjenu, odnosno najveću vrijednost simpatičnosti lika, a kod parametra za realnost prikaza lika najvišu vrijednost realističnog prikaza lika. Prvi dojam o likovima je bio onaj ključni trenutak koji je bio važan za ocjenjivanje uzoraka, jer je kao takav i najiskreniji od strane ispitanika. Kako bi dobili graf što sličniji grafu „Jezovite doline“ Masariha Moria, ukupne srednje vrijednosti rezultata uzoraka poredalo se prema dobivenim ocjenama od nerealnih do najrealnijih uzoraka, odnosno od najmanjih do najvećih dobivenih vrijednosti ocjena za realnost izgleda predstavljenih likova.



Slika 2 Uzorci slika koji su dani za ocjenjivanje ispitanicima kako bi se utvrdilo postojanje „Jezovite doline“

Tablica 1 Prikaz rezultata parametara simpatičnosti i realnosti izgleda uzoraka virtualnih slika

Uzorak slike	Realnost	Simpatičnost	Ukupna
Uzorak 2	2,03	2,60	2,31
Uzorak 1	2,08	6,74	4,41
Uzorak 8	4,56	4,55	4,55
Uzorak 4	5,79	6,74	6,27
Uzorak 7	6,03	8,28	7,16
Uzorak 10	7,60	5,97	6,78
Uzorak 5	8,63	4,98	6,80
Uzorak 9	8,74	4,31	6,52
Uzorak 11	8,74	4,51	6,63
Uzorak 3	8,99	4,87	6,93
Uzorak 6	9,38	5,87	7,63



Slika 3 Prikaz grafa rezultata parametara simpatičnosti i realnosti izgleda uzoraka virtualnih slika

Dobiveni podaci imaju dosta podudaranosti s prvotnim grafom Masariha Moria, ali sa jednom iznimkom. Uzorak „u1“ pod rednim brojem 1 koji je prikazivao lik djevojčice, sadržavao je dodatne elemente koji kod ispitanika izazivaju veću simpatičnost za razliku od ostalih uzoraka niže vrijednosti (slika 3). Upravo zbog pojave elemenata srca i veselog stava lika djevojčice, dobiveni graf u početku naglo raste u odnosu na realnost lika djevojčice. Ipak rezultati dobivenog grafa poklapaju se s očekivanjima. Uzorak „u2“ na dnu s najmanje ljudskih karakteristika dobio je najniže vrijednosti kod oba parametra (tablica 1). Što je viši uspon prema desnoj strani grafa uzorci imaju više detalja i ljudskih karakteristika. Vrijednosti bliže pravim ljudima počinju se dijeliti u desnoj strani grafa koja prikazuje pad parametara simpatičnosti i porast realnosti. Najvišu ocjenu u kategoriji simpatičnosti dobio je uzorak

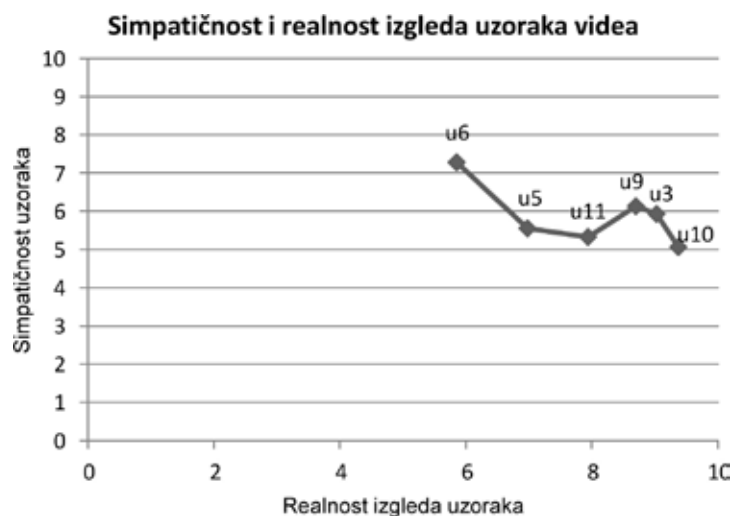
„u7“, animirani lik „Bell“ iz Disneyjeva animiranog filma „Ljepotica i zvijer“. Dobio je najvišu ocjenu simpatičnosti od svih ispitanih uzoraka čak i od kontrolne fotografije. Nakon uzorka 7 počinje ponor, odnosno nagli pad krivulje u grafu, točnije pojava „Jezovite doline“. Unutar krivulje koju čini „Jezovita dolina“ nalaze se ispitivani uzorci „u10“, „u5“, „u9“ i

„u11“ (slika3). Uzorak „u10“ predstavlja lik konduktera iz filma „Polarni ekspres“, zatim nakon njega slijede uzorci „u5“ scena iz filma „Beowulf“. Na samom dnu jezovite doline su uzorci „u9“ lik iz filma „Benjamin Button“ rađen tehnikom Motion Capture i uzorak „u11“ koji prikazuje 3D model glave muške osobe. Iako je „Neobična priča o Benjaminu Buttonu“ prvi film koji je prešao jezovitu dolinu ovdje se nalazi na samom dnu jezovite doline, nije zadovoljio kriterije. Mogući razlog tome je sam izgled i dob virtualnog lika, i želja stvaraoaca da se baš ta simpatičnost prema liku smanji. Porast krivulje započinje sa uzorkom „u3“ koji prikazuje lik Emily rađena tehnikom Image Matrics. Uzorak 6 je kontrolna fotografija koja se nalazi skroz desno, ali ne i na vrhu. U kategoriji realnosti dobila je prvo mjesto s najvišom ocjenom 9. Također veliki podbačaj u simpatičnosti je dobio uzorak „u11“..

Drugi dio istraživanja sastojao se od 4 računalno generirana video isječka i jedne video- snimke kamerom. Parametri za ocjenjivanje bili su isti kao i za slike. Prva 4 video isječka bila su vezana uz ranije ocijenjene slike, a video-snimka nije bila povezana s kontrolnom fotografijom. Dobiveni rezultati istraživanja podudaraju se s očekivanjima. Slika 4 prikazuje graf poretka video-isječaka prema rasporedu rezultata realnog izgleda uzoraka od najmanje ocjene prema najvišoj. U odnosu na statične slike, video isječci imali su više ocjene kod parametra simpatičnosti, dok su se kod parametara za realnost izgleda ispitanih uzoraka ocjene smanjile. Time je dokazano da je faktor pokreta vrlo važan prilikom stvaranja likova i utječe na procjenu gledatelja kada odlučuje o realnosti izgleda likova. U parametru realnosti izgleda ispitanih uzoraka kontrolna video snimka uzorka „u6“ dobila je očekivano visoku ocjenu simpatičnosti, ali i najmanje bodova parametru za realističnosti što je spustilo granicu za sve ostale uzorke. Video uzorak uzorka „u3“ (Emily) dobila je višu ocjenu od kontrolnog uzorka „u6“ u parametru realističnog izgleda. Video uzorak „u9“ Benjamina Buttona je ispod granice simpatičnosti sa ocjenom 8,70, a uzorak „u10“ „Polarni ekspres“ na krajnjem mjestu sa 5,06 boda (tablica 2). Realnost izgleda uzorka 10 se povećala, dok je simpatičnost likova porasla. Također postoji mogućnost da je video uzorak „u10“, odnosno scena iz „Polarnog Ekspresa“ dobio visoku ocjenu zbog same izdvojene scene, odnosno euforične atmosfere koja je prikazana ispitanicima. Zbog velikih razlika u parametrima između simpatičnosti i realnosti izgleda ispitivanih uzoraka uvedena je ukupna ocjena, standardnom devijacijom. Ukupna ocjena je srednja vrijednost svih ocjena parametara i koristi se za istraživanja ukupnog dojma uzoraka (lika, subjekta) prikazani ispitanicima. Ovom ukupnom ocjenom možemo dobiti stvarnu procjenu likova.

**Tablica 2 Prikaz rezultata parametara simpatičnosti i realnosti izgleda uzoraka videa**

Uzorak videa	Realnost	Simpatičnost	Ukupna
Uzorak 6	5,85	7,28	6,57
Uzorak 5	6,98	5,55	6,26
Uzorak 11	7,94	5,33	6,63
Uzorak 9	8,70	6,13	7,42
Uzorak 3	9,03	5,93	7,48
Uzorak 10	9,38	5,06	7,22



Slika 4 Prikaz grafa rezultata parametara simpatičnosti i realnosti izgleda video uzoraka

#### 4. Diskusija

Svi dobiveni rezultati, kao i dobiveni grafovi prikazuju pojavu „Jezovite doline i time potvrđuju i zadane hipoteze. Kada se usporede oba grafa uzoraka slika i uzoraka video isječaka vidimo da se rezultati razlikuju po drugim karakteristikama koje utječu na vizualni doživljaj ispitanika. Sam vizualni doživljaj ispitanika drugačiji je u odnosu na sliku i videom, ali i atmosfera u kojoj se nalazi ispitanik ali i određeni lik svakog uzorka. Svaki uzorak osim što je različit u vizualnom prikazu i načinu izrade, različito ga se doživljava zbog drugih faktora koji proizlaze poput stava, dodataka izgledu, okolina, govor, pokreta i naravi. Dani uzorci imali su dosta faktora koji su utjecali na ocjene ispitanika, tako i na rezultat koji se vidi u dobivenim grafovima. Jezovita dolina postoji u oba grafa sa iznimkama upravo zbog spomenutih faktora koji su utjecali na parametre simpatičnosti. U opisu rada Masariha Moria iznesena je pretpostavka da roboti u pokretu propadaju dublje u dolinu, ako se nalaze u njoj. U prvom dobivenom grafu je to i potvrđeno gdje je krivulja simpatičnosti otišla sve dublje što su uzorci bili realističniji. Za razliku od rezultata uzoraka slika, kod rezultata video uzoraka na krajnjem rubu uspona jezovite doline dolazi do ponovnog pada što likovi više bivaju realističniji. Time možemo pretpostaviti da se rezultat krivulje koja na samim krajevima ima rast odnosi samo na robote i lutke. Kod animiranih likova krivulje se ponašaju drugačije. Kako bi se ta pretpostavka mogla dokazati potrebno je provesti još testiranja sa suženom i određenom kategorijom uzoraka, sa mnogo više ispitanika i većim rasponom dobne skupine. Također se treba detaljno razraditi svaki uzorak u smislu kvalitete prikaza i proučiti svaki faktor ispitivanja. Rezultati istraživanja potvrdili su postojanje jezovite doline. Ipak uzorak koji se ispituje, odnosno svaki subjekt koji se prikazuje specifičan je na svoj način i uvjetovan različitim parametrima vezanim za sam prikaz i ulogu lika kao takvog stoga ovakvi uzorci nisu bili idealni.

#### 5. Zaključak

Rezultatima ovog istraživanja potvrđeno je postojanje jezovite doline. Ipak njezina veličina nije tolika u području animiranih sadržaja, likova i scena kao što je to u slučaju robotike. Prema dobivenim podacima likovi realnijeg izgleda doživjeli su blagi pad na krivulji, ali ne i ispod referentne točke. Razlog manjeg pada može biti uvjetovan navikom na virtualne likove ili kvalitetom prikaza određenih uzoraka. Najveći postotak ispitanika bio je u dobi između osamnaest i dvadeset i pet godina.

Rezultati istraživanja prikazuju i koliko ispitanici često vide virtualne likove i koliko se često susreću s njima. Prosječni kontakt s virtualnim likovima je jednom mjesečno. Kada su u pitanju roboti humanoidnog izgleda, izloženost nije tolika, što sigurno ima utjecaja na dubinu doline. Fotorealistični

računalno animirani likovi sve su više prisutni, ne samo u filmovima, već i u drugim oblicima zabave. Medij koji ih najviše koristi su video igre. Bez obzira igraju li se na računalu ili igraćoj konzoli, video igre su jako popularne u mlađoj populaciji i tako uvjetuju buduće generacija na prihvaćanje, ali i na bolje razlikovanje virtualnih likova. Primjena je široka. Dosta tvrtki koje nisu sponzorirane od strane filmske industrije dobiva sredstva od strane vojnih snaga. Najčešće se koriste za simuliranje vojnih vježbi, gdje su uvjeti preteški za simuliranje u stvarnom svijetu, a reakcija ispitanika je gotovo jednako dobra. Iz sličnih razloga veliku primjenu ima i u medicini, gdje se kompleksne virtualne operacije mogu izvježbati bez opasnosti za pacijente.

Kako ima jako puno faktora koji mogu podići ili spustiti ocjenu testiranih likova, ovo testiranje nije idealno za dokazivanje ili odbacivanje Mori-eve pretpostavke i njegovog grafa. Ovisno o želji stvaraoca likovi mogu biti prikazani različitim faktorima zbog kojih varira njihova simpatičnost u odnosu na ispitanike. Simpatičnost lika kao takva uvjetovana je ne samo tehničkom izradom izgleda i ponašanja već i njegovoj naravi i stavu. Realnost izgleda likova kao takav parametar može biti uvjetovan kvalitetom i samom vrstom prikaza scene. Doživljaj ispitanika gledajući video sadržaj, statičnu sliku i stvarni objekt koji se nalazi pred njima različit je te se vrlo teško dolazi do zaključaka o postojanju fenomena kao što je jezovita dolina.

Kako bi bilo moguće provođenje testiranja bez svih ometajućih faktora, potrebno je kreirati jedan lik različitim tehnikama. Od najjednostavnije prema najsloženijoj, s fotorealističnim likom na kraju. Lik mora biti u neutralnom okruženju s neutralnim izrazom lica gdje bi tada rezultati ispitivanja bili nepristraniji i najispravniji.

## Reference

- [1] In Search of the Uncanny Valley, E Pollick F., Department of Psychology University of Glasgow, dostupno na: <http://www.psy.gla.ac.uk/~frank/Documents/InSearchUncannyValley.pdf> 26.03.2016.
- [2] Talbot M., Onward and Upward with the Arts Pixel Perfect The scientist behind the digital cloning of actors. The New Yorker dostupno na: <http://www.newyorker.com/magazine/2014/04/28/pixel-perfect-2> 19.08.2014.
- [3] [Pandzic02] MPEG, 4 Facial Animation, The standard, implementations, applications, Igor S. Pandzic, R. Forchheimer, Editors, John Wiley & Sons Ltd. dostupno na: <http://www.visagetechologies.com/uploads/2012/08/MPEG-4FBAOverview.pdf> 19.08.2014.
- [1] Slika, dostupno na: <http://www.scientificamerican.com/article/why-uncanny-valley-human-look-alikes-put-us-on-edge> 21.08.2014.

Korespodencija

e-mail: [sanjabjelovucickopilovic@gmail.com](mailto:sanjabjelovucickopilovic@gmail.com)

Adresa: Novomarovska ulica 26, 10 000 Zagreb