

26<sup>th</sup> International Conference on  
Printing, Design and Graphic Communications

# BLAŽ BAROMIĆ 2022

26. međunarodna konferencija  
tiskarstva, dizajna i grafičkih komunikacija

## ZBORNİK SAŽETAKA BOOK OF ABSTRACTS

**Zagreb, 15. - 16. prosinca 2022., Hrvatska**  
**Zagreb, 15<sup>th</sup>-16<sup>th</sup> December 2022, Croatia**

## IZDAVAČ / PUBLISHER

Sveučilište u Zagrebu Grafički Fakultet, Zagreb, Hrvatska  
University of Zagreb Faculty of Graphic Arts, Zagreb, Croatia

## UREDNIK / EDITOR

prof. Ph. D. Ivana Bolanča Mirković

## GRAFIČKI UREDNIK / GRAPHIC ART DIRECTOR

Željko Bosančić, mag. ing. techn. graph.

## DIZAJN KORICA / COVER DESIGN

Jelena Kajganović, dipl. graf. ing.

br. 2, Prosinac 2022.

no. 2, December 2022.

Prava prijevoda, elektroničke pohrane, reprodukcije i potpune ili djelomične adaptacije na bilo koji način (uključujući mikrofilm i fotokopije) zadržana su za sve zemlje. Nijedan dio ove publikacije ne smije se reproducirati, distribuirati ili prenositi u bilo kojem obliku bez pisanog dopuštenja Izdavača, osim za kratke citate uključene u recenzije ili za druge nekomercijalne upotrebe dopuštene zakonom o autorskim pravima. Za zahtjeve za dopuštenje obratite se Izdavaču pismenim putem na sljedeću adresu: [pdc.conference@grf.hr](mailto:pdc.conference@grf.hr).

The rights of translation, electronic storage, reproduction, and adaptation in whole or in part by any means (including microfilm and photocopying) are reserved for all countries. No part of this publication may be reproduced, distributed, or transmitted in any form without the written permission of the Publisher, except for brief quotations included in reviews or for other non-commercial uses permitted by copyright law. For requests for permission, please contact the Publisher in writing at the following address: [pdc.conference@grf.hr](mailto:pdc.conference@grf.hr).

## ORGANIZATORI / ORGANIZERS

Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet  
University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, Croatia

Sveučilište Sjever, Koprivnica, Hrvatska  
University North, Koprivnica, Croatia

Tehničko veleučilište u Zagrebu, Hrvatska  
Zagreb University of Applied Sciences, Croatia

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija  
University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Ljubljana, Slovenia

Univerzitet u Travniku, Fakultet za tehničke studije, Bosna i Hercegovina  
University of Travnik, Faculty of Technical Studies, Bosnia and Herzegovina

## SUORGANIZATORI / CO-ORGANIZER'S

Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Hrvatska  
Croatian Academy of Engineering, Croatia

Hrvatski hidrografski institut, Hrvatska  
Hydrographic Institute of the Republic of Croatia

## ORGANIZACIJSKI ODBOR / ORGANIZING COMMITTEE

- Col Comdt Prof. Ph.D. Rajendrakumar Anayath (Ind)
- prof. Ph. D. Ivana Bolanča Mirković (Cro) (head)
- Željko Bosančić, mag. ing. techn. graph. (Cro)
- prof. Ph. D. Ivo Džijan (Cro)
- ass. prof. art. Robert Geček (Cro)
- Robert Krajačić, dipl. ing. (Cro)
- Davor Krajnović, dipl. ing. (Cro)
- assoc. prof. Ph. D. Krunoslav Hajdek (Cro)
- Ph. D. Tonči Jeličić (Cro)
- ass. prof. Ph. D. Denis Jurečić (Cro)
- ass. prof. Ph. D. Rahela Kulčar (Cro)
- Ph. D. Marko Maričević (Cro)
- assoc. prof. Ph. D. Igor Majnarić (Cro)
- Ph. D. Goran Medek (Cro)
- prof. Ph. D. Marin Milković (Cro)
- prof. Ph. D. Klementina Možina (Slo)
- prof. Ph. D. Nikola Mrvac (Cro)
- ass. prof. Ph. D. Darija Mustić (Cro)
- prof. Ph. D. Klaudio Pap (Cro)
- assoc. prof. Ph. D. Suzana Pasanec Preprotić (Cro)
- Ph. D. Ivana Pavlović (Cro)
- Brigita Prole, mag. oec. (Cro)
- prof. Ph. D. Zdravko Schaperl (Cro)
- assoc. prof. Ph. D. Bojan Šarkanj (Cro)
- prof. Ph. D. Mario Tomiša (Cro)
- prof. Ph. D. Amra Tuzović (B&H)
- prof. Ph. D. Raša Urbas (Slo)
- ass. prof. Ph. D. Marina Vukoje (Cro)
- prof. Ph. D. Damir Vusić (Cro)
- prof. Ph. D. Jana Žiljak Gršić (Cro)
- prof. Ph. D. Ivana Žiljak Stanimirović (Cro)

## ZNANSTVENI I RECENZIJSKI ODBOR / SCIENTIFIC AND REVIEW COMMITTEE

- Col Comdt Prof. Ph.D. Rajendrakumar Anayath (Ind)
- prof. Ph. D. Ivana Bolanča Mirković (Cro) (head)
- ass. prof. Ph. D. Sabina Bračko (Slo)
- prof. Ph. D. Maja Brozović (Cro)
- prof. Ph. D. Ivo Džijan (Cro)
- ass. prof. art. Robert Geček (Cro)
- assoc. prof. Ph. D. Krunoslav Hajdek (Cro)
- ass. prof. Ph. D. Rahela Kulčar (Cro)
- assoc. prof. Ph. D. Igor Majnarić (Cro)
- assoc. prof. Ph. D. Petar Miljković (Cro)
- prof. Ph. D. Marin Milković (Cro)
- ass. prof. Ph. D. Marko Morić (Cro)
- prof. Ph. D. Nikola Mrvac (Cro)
- ass. prof. Ph. D. Klemen Možina (Slo)
- prof. Ph. D. Klementina Možina (Slo)
- prof. Ph. D. Suzana Pasanec Preprotić (Cro)
- prof. Ph. D. Klaudio Pap (Cro)
- prof. Ph. D. Zdravko Schauperl (Cro)
- assoc. prof. Ph. D. Bojan Šarkanj (Cro)
- prof. Ph. D. Amra Tuzović (B&H)
- prof. Ph. D. Raša Urbas (Slo)
- ass. prof. Ph. D. Urška Vrabič Brodnjak (Slo)
- ass. prof. Ph. D. Marina Vukoje (Cro)
- prof. Ph. D. Igor Zjakić (Cro)
- prof. Ph. D. Jana Žiljak Gršić (Cro)
- prof. Ph. D. Ivana Žiljak Stanimirović (Cro)

## PREDGOVOR

26. Međunarodna konferencija PDC održana je na Sveučilištu u Zagrebu Grafičkom fakultetu, 15. i 16. prosinca 2022. Ovogodišnja Konferencija usmjerena je na predstavljanje najnovijih kvalitetnih rezultata istraživanja znanstvenika iz Europe, podršku razvoju mladih znanstvenika sudjelovanjem u doktorskoj školi, prezentaciji rezultata projekta te izlaganju umjetničkih fotografskih radova studenta prijediplomskog i diplomskog studija. Cilj konferencije je osiguranje i stvaranje potrebnog okruženja za poticanje rasprave, razmjene mišljenja i umrežavanje među europskim istraživačima iz akademske zajednice i industrije. Svi sažetci objavljeni u ovom zborniku recenzirali su stručnjaci u obliku slijepe recenzije, te revidirani od strane autora radi poboljšanja prema uputama i savjetima recenzenata.

Zahvaljujemo programskom i recenzentskom te organizacijskom odboru, voditeljima sekcija, studentima suradnicima i administrativnim djelatnicima, za doprinos uspjehu ove Konferencije.

Na kraju, želimo zahvaliti svim autorima koji su prijavili sažetke i omogućili ovu konferenciju. Zahvaljujemo se na kvaliteti njihovih prezentacija i komunikaciji s ostalim sudionicima.

26. Međunarodna konferencija tiskarstva,  
dizajna i grafičkih komunikacija

## FOREWORD

The 26th PDC International Conference was held at the University of Zagreb, Faculty of Graphics, on December 15 -16, 2022. This year's conference is aimed at presenting the latest high-quality research results of scientists from Europe, supporting the development of young scientists by participating in doctoral school, presenting project results, and exposition the artistic photographic works of undergraduate and graduate students. The aim of the conference is to provide and create the necessary setting for stimulating discussion, exchange of ideas, and networking among European researchers from academia and industry. All abstracts published in this collection were reviewed by experts in the form of a blind review and revised by the authors for improvement according to the instructions and advice of the reviewers.

We would like to thank the Program and review and Organizational board, heads of sections, associates students, and administrative staff, for their contribution to the success of this Conference. Finally, we would like to thank all authors who submitted abstracts and made this conference possible. We are grateful for the quality of their presentations and communication with other participants.

26th International Conference on Printing,  
Design and Graphic Communication





# SADRŽAJ / CONTENTS

PREDGOVOR / FOREWORD

## POZVANA PREDAVANJA / INVITED LECTURES

THE BEHAVIOUR AND REMOVAL OF SYNTHETIC PRINTING DYES FROM WASTEWATERS  
Miljana Prica, Vesna Gvoić, Maja Vujić, Sanja Vasiljević, Aleksandar Tubić 1

COLOR DIFFERENCES VISION TEST  
Zoran Gazibarić, Predrag Živković, Vladimir Cviljušac 2

## ZNANSTVENI RADOVI / SCIENTIFIC PAPERS

OPTIMALNO MODELIRANJE AERODINAMIČNOG 3D PROFILA  
OPTIMAL MODELING OF THE AERODYNAMIC 3D PROFILE  
Dubravko Banić, Katarina Itrić Ivanda, Ivan Vučur 4

PRIMJENA UV LAK TEHNOLOGIJE NA RAZLIČITIM TISKOVNIM PODLOGAMA  
APPLICATION OF UV VARNISH TECHNOLOGY ON VARIOUS PRINTING MATERIALS  
Dubravko Banić, Filip Macan, Iva Šarčević 5

ANALIZA NERAVNOMJERNE POKRIVENOST BOJE NA EKOLOŠKI PRIHVATLJIVIJIM TISKOVNIM PODLOGAMA  
ANALYSIS OF UNEVEN INK COVERAGE ON MORE ENVIRONMENTALLY ACCEPTABLE PRINTING SUBSTRATES  
Irena Bates, Ivana Plazonić, Maja Rudolf, Katja Petric Maretić, Valentina Radić Seleš, Iva Mandurić 6

UTJECAJ NASTAVE NA DALJINU NA UČENJE I PODUČAVANJE STRANOG JEZIKA STRUKE  
THE IMPACT OF DISTANCE LEARNING ON LEARNING AND TEACHING A FOREIGN LANGUAGE FOR SPECIFIC PURPOSES  
Ana Nemec 7

ODREĐIVANJE OTPORNOSTI JAČINE PUCANJA PERFORIRANOG VALOVITOG KARTONA  
DETERMINATION OF BURSTING STRENGTH OF PERFORATED CORRUGATED CARDBOARD  
Iva Šarčević, Dubravko Banić, Diana Gregor-Svetec 8

DINAMIKA PROMJENE TERMOKROMNE BOJE NA RELJEFNOM ETIKETNOM PAPIRU DYNAMICS OF THERMOCHROMIC COLOR CHANGE ON EMBOSSED LABEL PAPERS Rahela Kulčar, Marina Vukoje, Ela Legac	9
KNJIŽNI IDENTIFIKATORI BOOK IDENTIFIERS Alen Šimec, Ivan Jakšić Piščetek	10
DIFUZIJSKI MODEL ZA GENERIRANJE SLIKA PREMA ZADANOM TEKSTU DIFFUSION MODEL FOR CREATING IMAGES ACCORDING TO GIVEN TEXT Alen Šimec	11
OPERATIVNA IZVRSNOST U FUNKCIJI UNAPRJEĐENJE SUSTAVA OSIGURAVANJA KVALITETE VISOKOG UČILIŠTA OPERATIONAL EXCELLENCE IN THE FUNCTION OF ENHANCING THE QUALITY ASSURANCE SYSTEM OF HIGHER EDUCATION Suzana Pasanec Preprotić, Diana Bratić, Nikolina Loknar Stanić, Lea Tijan	12
PERCEPCIJA PROJEKTOG PRISTUPA EDUKACIJI RAZVOJA DIGITALNIH PROIZVODA KOD STUDENATA STUDENTS' PERCEPTION OF THE PROJECT BASED LEARNING DIGITAL PRODUCT DEVELOPMENT Matija Repač, Vesna Uglješić, Mia Čarapina	13
OBLIKOVANJE ARHITEKTURE INFORMACIJA I NAVIGACIJE NA PRIMJERU E-TRGOVINE DESIGNING ARCHITECTURE INFORMATION AND NAVIGATION ON THE EXAMPLE OF E-COMMERCE Dora Džolić, Maja Turčić, Tomislav Bogović	14
INFRACRVENI I RAMANOVI SPEKTRI TERMOKROMSKIH OFFSET TISKA NAKON UV ZRAČENJA INFRARED AND RAMAN SPECTRA OF THERMOCROMIC OFFSET PRINTS AFTER UV RADIATION Mirela Rožić, Snježana Miljanić	15
ISTRAŽIVANJE JAVNOG MIŠLJENJA O KORIŠTENJU BIORAZGRADIVE AMBALAŽE SURVEY OF PUBLIC OPINION ON THE USE OF BIODEGRADABLE PACKAGING Lucija Slišković, Marta Šimunović	16
AUTOMATIZACIJA OBRADE FOTOGRAFIJA PRIMJENOM IMAGEMAGICK ALATA PHOTOGRAPHIC IMAGE PROCESSING AUTOMATIZATION USING IMAGEMAGICK UTILITIES Jelena Vlašić, Marko Čačić, Marin Milković, Robert Geček	17

KREIRANJE I TESTIRANJE IDEJNIH RJEŠENJA ZA DIZAJN NOVE ROBNE MARKE CREATING AND TESTING A LOGO DESIGN FOR A NEW BRAND Petra Vugec, Dorotea Kovačević, Maja Brozović	18
IZRADA SJEMENSKOG PAPIRA PRODUCTION OF SEEDING PAPER Tea Novaković, Marina Vukoje, Rahela Kulčar , Ivana Bolanča Mirković	19
UTJECAJI IGRAČIH KONZOLA I NAVIKA IGRAČA NA OKOLIŠ IMPACTS OF GAMING CONSOLES AND PLAYERS' HABITS ON THE ENVIRONMENT Ivana Bolanča Mirković, Marina Vukoje, Zdenka Bolanča	20
STABILNOST EKOLOŠKI POVOLJNIJIH OFSETNIH OTISAKA STABILITY OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY OFFSET PRINTS Goran Medek, Ivana Bolanča Mirković Zdenka Bolanča	21
UTJECAJ APLIKACIJE BAZIRANE NA PRIKUPLJANJU TELEMATSKIH PODATAKA NA SMANJENJE POTROŠNJE GORIVA I EMISIJU CO2 THE IMPACT OF AN APPLICATION BASED ON THE COLLECTION OF TELEMATICS DATA ON THE REDUCTION OF FUEL CONSUMPTION AND CO2 EMISSIONS Vinko Makek, Tajana Koren Ivančević	22
KOMPARATIVNA ANALIZA PLATFORMI ZA DIGITALNO SAMOIZDAVAŠTVO COMPARATIVE ANALYSIS OF PLATFORMS FOR DIGITAL SELF-PUBLISHING Diana Bratić	23
ISTRAŽIVANJE MIŠLJENJA O JEDNOKRATNOM PAPIRNOM PRIBORU ZA JELO NARAVLJENOM OD DEVET SLOJEVA SURVEY OF OPINIONS ON DISPOSABLE PAPER CUTLERY MADE OF NINE LAYERS Josip Zdelar, Igor Zjakić	24
INDIVIDUALIZIRANE APLIKACIJE NA GITARAMA I NJIHOV UTJECAJ NA PERFORMANSE INDIVIDUALIZED APPLICATIONS ON GUITARS AND THEIR IMPACT ON PERFORMANCE Željko Toth, Irena Bates, Tajana Koren Ivančević, Kristian Jambrošić	25
UTJECAJ MEDIJA PRI ODABIRU BOJE AUTOMOBILA THE INFLUENCE OF THE MEDIA WHEN CHOOSING THE COLOR OF A CAR Lidija Mandić, Jesenka Pibernik, Ana Agić, Jurica Dolić	26

UTJECAJ MIKROINTERAKCIJA U OBRASCIMA ZA REGISTRACIJU NA KORISNIČKO ISKUSTVO THE INFLUENCE OF MICROINTERACTIONS IN REGISTRATION FORMS ON USER EXPERIENCE	27
Jurica Dolić, Helena Klepo, Jesenka Pibernik, Lidija Mandić	
DIZAJN WEB STRANICA ZA DNEVNI I NOĆNI NAČIN RADA WEB PAGE DESIGN FOR DARK AND LIGHT MODE	28
Vladimir Stanisavljević, Sara Vukman	
POSTIZANJE REALIZMA DRUGOG REDA U NAPREDNIM RAČUNALNIM 3D ANIMACIJAMA ACHIEVING SECOND-ORDER REALISM IN ADVANCED 3D COMPUTER ANIMATIONS	29
Marta Jagačić, Alan Divjak, Jana Žiljak Gršić	
TEHNOLOŠKA UNAPREĐENJA POTROŠAČKIH STEREOLITOGRAFSKIH 3D PRINTERA TECHNOLOGICAL ADVANCEMENT OF CONSUMER STEREOLITHOGRAPHIC 3D PRINTERS	30
Alan Divjak, Mile Matijević, Krunoslav Hajdek	
INTELEKTUALNO VLASNIŠTVO U GRAFIČKOM DIZAJNU: STUDIJA SLUČAJA DIZAJNA HRVATSKIH EURO KOVANICA INTELLECTUAL PROPERTY IN GRAPHIC DESIGN: CASE STUDY OF CROATIAN EURO COINS DESIGN	31
Tomislav Hudika, Tomislav Cigula	
PRIMJENA PRINCIPA UPRAVLJANJA PROJEKTOM ZA POBOLJŠANJE KVALITETE GRAFIČKOG PROIZVODA APPLICATION OF PROJECT MANAGEMENT PRINCIPLE TO IMPROVE QUALITY OF GRAPHIC PRODUCTS	32
Diana Milčić, Tomislav Cigula, Adisa Vučina	
UTJECAJ NANOKOMPOZITNIH PREMAZA I UBRZANOG STARENJA NA DETEKCIJU DFT VODENOG ŽIGA DFT WATERMARK DETECTION DEPENDING ON THE NANOCOMPOSITE COATINGS AND ACCELERATED AGEING	33
Tomislav Cigula, Petar Branislav Jelušić, Marina Vukoje, Daria Mustić	
TIPOGRAFSKI PORTRETI ZA DIZAJN I SIGURNOSNU GRAFIKU TYPOGRAPHIC PORTRAITS FOR DESIGN AND SECURITY GRAPHICS	34
Jana Žiljak Gršić	

IZAZOVI I MOGUĆNOSTI U PODUČAVANJU NAKON COVID-19 PANDEMIJE : AKTIVNOSTI USMJERENE NA STUDENTE CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN TEACHING AFTER COVID-19 PANDEMIC: STUDENT CENTERED ACTIVITIES Katarina Itrić Ivanda	35
KVANTITATIVNA ANALIZA VON BEZOLDOVOG EFEKTA U GRAFIČKOJ KOMUNIKACIJI QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE VON BEZOLD EFFECT IN GRAPHIC COMMUNICATION Ivan Budimir, Tomislav Cvrtila	36
UTJECAJ PARAMETARA FDM ADITIVNOG POSTUPKA NA VLAČNU ČVRSTOĆU BIO-RAZGRADIVOG PLA POLIMERA INFLUENCE OF FDM ADDITIVE PROCESS PARAMETERS ON TENSILE STRENGTH OF BIO-DEGRADABLE PLA POLYMER Sanja Šolić, Zdravko Schauperl, Marija Kolenko, Nenad Drvar, Amir Ćatić	37
VIZUALNA INTERPRETACIJA ANALOGNOG I DIGITALNOG INFORMACIJSKOG SADRŽAJA POMORSKIH KARATA VISUAL INTERPRETATION OF ANALOG AND DIGITAL INFORMATION CONTENT Tonči jeličić	38
USPOREDBA I ANALIZA TISKANIH I ONLINE NOVINA U REPUBLICI HRVATSKOJ COMPARISON AND ANALYSIS OF PRINTED AND ONLINE NEWSPAPERS IN THE REPUBLIC OF CROATIA Alen Šimec, Jelena Berković	39
PRIKAZ PROCESA MODELIRANJA STILIZIRANIH I REALISTIČNIH 3D MODELA I USPOREDBA OBIJU METODA STYLIZED AND REALISTIC 3D CHARACTER CREATION METHODS AND THEIR COMPARISON Andrej Jandrić, Tibor Skala, Marko Maričević, Lara Horvat	40
NFT (NEZAMJENJIVI TOKEN) I INTELEKTUALNO VLASNIŠTVO - ANALIZA SLUČAJA NFTS (NON-FUNGIBLE TOKEN) AND INTELLECTUAL PROPERTY ISSUES CASE STUDY Tomislav Hudika, Klaudio Pap, Nikola Mrvac, Dominik Vuković	41
DIGITALIZACIJA ARHIVSKE I KNJIŽNIČNE BAŠTINE SVEUČILIŠTA U ZAGREBU – IZAZOVI I PERSPEKTIVE DIGITALIZATION OF ARCHIVAL AND LIBRARY HERITAGE OF THE UNIVERSITY OF ZAGREB- CHALLENGES AND PERSPECTIVES Zvonimir Džoić, Hrvoje Mandić, Miroslav Mikota	42

RAZVOJ 2D ARKADNE RAČUNALNE IGRE UZ RAZRADU FIKTIVNOG SVIJETA I LIKOVNOG STILA IGRE DEVELOPMENT OF A 2D ARCADE COMPUTER GAME AND ITS FICTIONAL WORLD AND ART STYLE Kristina Čop, Tibor Skala, Marko Maričević, Lara Horvat	43
DAJU LI NOVE TEHNOLOGIJE I MULTIMEDIJALNI SADRŽAJ NOVU DIMENZIJU UMJETNIČKIM DJELIMA TE KAKO UTJEČU NA LJUDSKO PONAŠANJE? DO NEW TECHNOLOGIES AND MULTIMEDIA CONTENT GIVE A NEW DIMENSION TO WORKS OF ART AND HOW THEY AFFECT HUMAN BEHAVIOR? Tomislav Bronzin, Brigita Prole, Klaudio Pap	44
KONTEKSTUALIZACIJA INDUSTRIJSKOG OKRUŽENJA KORIŠTENJEM MJEŠOVITE STVARNOSTI (MR) I IIOT CONTEXTUALIZATION OF THE INDUSTRIAL ENVIRONMENT USING MIXED REALITY (MR) AND IIOT Tomislav Bronzin, Brigita Prole, Klaudio Pap	45
ISTRAŽIVANJE DOŽIVLJAJA FOTOGRAFSKE ILUSTRACIJE NA MONITORU RAČUNALA EXPLORING THE EXPERIENCE OF PHOTOGRAPHIC ILLUSTRATION ON A COMPUTER MONITOR Krešimir Dragčević, Mroslav Mikota, Ivana Pavlović	46
INOVATIVNA KORISNIČKA SUČELJA U UČENJU NA DALJINU - APLIKACIJA YAMMER INNOVATIVE USER INTERFACES INTO THE DISTANCE LEARNING - THE YAMMER APPLICATION Marija Jovan, Damir Vusić, Andrija Bernik	47
DUALIZAM U TISKU KROZ VZ-QR KODIRANJE DUALISM IN PRINT THROUGH VZ-QR CODING Ivana Žiljak Stanimirović, Jana Žiljak Gršić, Vilko Žiljak, Maja Matas	48
UTJECAJ RAZLIČITIH ELEMENATA OBLIKOVANJA MOBILNE APLIKACIJE NA KORISNIČKO ISKUSTVO THE IMPACT OF THE VARIOUS MOBILE APPLICATION DESIGN ELEMENTS ON THE USER EXPERIENCE Snježana Ivančić Valenko, Paula Kovač, Anja Zorko, Marko Morić	49
DIZAJN INDIVIDUALIZIRANE VRIJEDNOSNICE S NAGLASKOM NA ZAŠTITNU LINIJSKU GRAFIKU DESIGN OF INDIVIDUALIZED SECURITY WITH AN EMPHASIS ON SECURITY LINE VECTOR GRAPHICS Ivana Žiljak Stanimirović, Anamarija Jozić Srdarević	50

ČVRSTOĆA KONSTRUKCIJE KAO BAZNI PREDIKTOR ŽIVOTNOG VIJEKA TRANSPORTNE AMBALAŽE OD VALOVITOG KARTONA STRUCTURAL STRENGTH AS A BASIC PREDICTOR OF THE SERVICE LIFE OF CORRUGATED CARDBOARD TRANSPORT PACKAGING Denis Jurečić, Tigran Jokić, Siniša Popović, Silvio Plehati	51
BEŽIČNA DETEKCIJA NEKONDITIONIRANIH UVJETA U KARTONSKOJ AMBALAŽI ZA ARHIVIRANJE DOKUMENATA I POHRANU MUZEJSKIH ARTEFAKATA UPOTREBOM BINARNOG MIKROSENZORA WIRELESS DETECTION OF UNCONDITIONED CONDITIONS IN CARDBOARD PACKAGING FOR ARCHIVING DOCUMENTS AND STORAGE OF MUSEUM ARTIFACTS USING A BINARY MICROSENSOR Denis Jurečić, Silvio Plehati, Tigran Jokić	52
DIGITALIZACIJA POSLOVNE DOKUMENTACIJE DIGITALIZATION OF BUSINESS DOCUMENTATION Denis Jurečić, Suzana Pasanec Preprotić, Diana Bratić, Gorana Petković	53
BLISKI INFRACRVENI DIZAJN I TEHNOLOGIJA ISPISA PROŠIRENE STVARNOSTI: SPAJANJE I ODABIR DVOSTRUKE SLIKE U VIZUALNOJ I NIR DOMENI   NEAR INFRARED DESIGN AND PRINTING TECHNOLOGY OF BROADENED REALITY: MERGING AND SELECTING OF DOUBLE IMAGE IN VISUAL AND NIR DOMAIN Agić Ana, Žiljak-Vujić Jana, Agić Darko, Tomislav Bogović	54





**POZVANA PREDAVANJA**  
**INVITED LECTURES**

radic

## THE BEHAVIOUR AND REMOVAL OF SYNTHETIC PRINTING DYES FROM WASTEWATERS

Miljana Prica<sup>1</sup>, Vesna Gvoić<sup>1</sup>, Maja Vujić<sup>2</sup>, Sanja Vasiljević<sup>2</sup>, Aleksandra Tubić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Graphic Engineering and Design, Novi Sad, Republic of Serbia, miljana@uns.ac.rs;

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Biochemistry and Environmental Protection, Novi Sad, Republic of Serbia; maja.loncarski@dh.uns.ac.rs

### Sažetak

Jedan od problema u grafičkoj industriji je ispuštanje netretiranih obojenih efluenata u recipijente. Boje za štampu se svrstavaju u grupu teško biodegradabilnih jedinjenja sa tendencijom ispoljavanja negativnog efekta po životnu sredinu. Nedovoljno se zna o interakciji ovih boja sa drugim polutantima prisutnim u otpadnim tokovima, kao i o efektima tih interakcija i njihovom uticaju na tretmane otpadnih voda. Primjenjene konvencionalne metode za tretman otpadnih voda grafičke industrije praćene su nedostacima (nepotpuna degradacija boja, upotreba velike količine koagulanata, regeneracija primenjenih materijala, veliki trošak odlaganja otpada, itd.) što sveobuhvatno uzrokuje smanjenu efikasnost primenjenih procesa. U poslednjih nekoliko godina istraživanja se baziraju na primeni unapređenih procesa oksidacije, kao tehnika koje zauzimaju istaknuto mesto među tretmanima za smanjenje koncentracije organskih polutanata. Prednosti pomenutih procesa su generisanje hidroksil radikala, moćnih oksidacionih vrsta, sa izraženom tendencijom degradacije teško biodegradabilnih jedinjenja.

**Ključne riječi:** boje za štampu, otpadne vode, tretmani, unapređeni procesi oksidacije

### Abstract

One of the problems in the graphic industry is the discharge of untreated colored effluents into recipients. Printing dyes are classified as poorly biodegradable with a tendency to exhibit negative effects for the environment. Not enough is known about the interactions of these dyes with other pollutants, as well as about the effects of interactions and their impact on wastewater treatments. The applied wastewater conventional treatments are accompanied by shortcomings (the incomplete dye degradation, large amount of coagulants used, the regeneration of materials, the high cost of waste disposal, etc.) which causes a reduced efficiency of applied processes. In the last few years, studies are based on the application of improved oxidation processes, as a technique that is a prominent among treatments for reducing organic pollutants concentration. The advantages of these processes are the generation of hydroxyl radicals, powerful oxidizing species, with a tendency to degrade poorly biodegradable compounds.

**Keywords:** printing dyes, wastewaters, treatments, advances oxidation processes

## COLOR DIFFERENCES VISION TEST

Zoran Gazibarić<sup>1</sup>, Predrag Živković<sup>2</sup>, Vladimir Cviljušac<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Banja Luka College; Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

<sup>2</sup>University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, Beograd, Serbia

<sup>3</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia

### Abstract

When different observers match the same color, using the same matching stimuli, it is found that there are slight differences in the amounts that they require to make up a match. The interpretation of color differences plays an important role in some cases, for example in color evaluation during print approval, when the designer has high requirements regarding the accuracy of color reproduction, for medical purposes, in the automotive or other industries. There are several tests for determining who is the best candidate for evaluating colors. One of the most convenient tests is the Farnsworth-Munsell 100 Hue Test. The main disadvantage of this and similar tests is that one can't straightforwardly connect perceptual interpretation of color differences with objective results done with instrumental measurement of color differences. The paper proposed a way to express in  $\Delta E^*$  units the results of testing the subject's sensitivity to color differences, and in that way to determine as precisely as possible the difference in color that an individual subject can perceive in some part of the colored space. By calculating the average value of  $\Delta E^*$  of the respondents for certain parts of the colored space, a conclusion can be drawn about the general sensitivity of the respondents to differences in colors.

**Keywords:** color differences, color assessment, perceptual interpretation.

**SAŽETCI RADOVA**  
**ABSTRACTS**

**radic**

## OPTIMALNO MODELIRANJE AERODINAMIČNOG 3D PROFILA

### OPTIMAL MODELING OF THE AERODYNAMIC 3D PROFILE

Dubravko Banić<sup>1</sup>, Katarina Itrić Ivanda<sup>1</sup>, Ivan Vučur<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; dubravko.banic@grf.unizg.hr

#### Sažetak

U radu razrađena je konstrukcija modela aviona jedrilice i računalno analizirano strujanje zraka preko 3D modela. Modelirane su dvije avion jedrilice u 3D programu Blender približno jednakih dimenzija. Prva avion jedrilica modelirana je proizvoljno. Poboljšanja i optimalizacija konstrukcije jedrilice temeljena je na bazi izračuna aerodinamike pravih aviona (po zakonima avionske fizike) kako bi imala optimalni otpor zraka te kako bi duže letjela, odnosno duže padala. Nakon toga model je analiziran u programu „Openfoam“, kojim su izračunati otpor zraka i sila uzgona za oba modela. Zatim je provedena analiza i usporedba modela, odnosno njihovi izračuni otpora zraka (sile uzgona i sile otpora). Za 3D modeliranje u grafičkoj struci danas se povećava ubrzano interes, a rad pokazuje da je uz samo dizajniranje potreban i tehnički / računski pristup kako bi modeliranje bilo kvalitetno.

**Ključne riječi:** Blender, Openfoam, koeficijent uzgona, koeficijent otpora, aeroprofil

#### Abstract

The paper elaborates the construction of the model of the glider plane and computer analyzed air flow through the 3D model. Two glider planes of similar dimensions were modeled in Blender (software for 3D modelling). The first glider plane was modeled arbitrarily. Improvements and optimization of the structure of the glider is based on the calculation of the aerodynamics of real airplanes (according to the laws of aircraft physics) in order to have optimal air resistance and to fly longer, i.e. to prolong its time of falling. After that, the models were analyzed in the "Openfoam" program, which calculated the air resistance and buoyancy force for both models. Today, the interest in 3D modeling in the graphic profession is rapidly increasing, and the work shows that in addition to designing, a technical/computational approach is also needed in order for the modeling to be of high quality.

**Keywords:** Blender, Openfoam, buoyancy coefficient, air resistance coefficient, airfoil

## PRIMJENA UV LAK TEHNOLOGIJE NA RAZLIČITIM TISKOVNIM PODLOGAMA

### APPLICATION OF UV VARNISH TECHNOLOGY ON VARIOUS PRINTING MATERIALS

Dubravko Banić<sup>1</sup>, Filip Macan<sup>1</sup>, Iva Šarčević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; dubravko.banic@grf.unizg.hr

#### Sažetak

Moderne grafičke tehnologije napreduju iz generacije u generaciju i upravo jedna od tih brzora-  
stućih grafičkih tehnologija je i UV lak tehnologija. U ovom radu biti će istražene prednosti i mane  
aplikacije UV lak tehnologije na različitim tiskovnim površinama.

UV lak tehnologija je novija tehnologija s puno potencijalnih novih aplikacija na raznovrsne povr-  
šine. Trodimenzionalnost otiska koju proizvod dobiva aplikacijom UV lak tehnologije na nekoj po-  
vršini je teško, pa čak i skoro nemoguće ostvariti primjenom standardnih tiskarskih tehnika. Iz tog  
razloga UV lak tehnologija je jedna od tranzicijska tehnika kojom se grafičke usluge transliraju iz  
2D svijeta u 3D svijet. U radu su korištene različite tiskovne podloge, analizira se prosječna visina  
premazane površine, utvrđuju se odstupanja od zadane vrijednosti te se analizira razlog odstu-  
panja premaza. UV lak tehnologijom se osim raznovrsnih 3D tekstura na nekom proizvodu može  
ostvariti i Brailleovo pismo što čini ovu tehniku iznimno važnom.

**Ključne riječi:** UV lak, UV lak tehnologija, Stroj za aplikaciju UV laka, Moderne grafičke tehnologije

#### Abstract

Modern graphic technologies are evolving from generation to generation, and one of these fast-  
growing graphic technologies is UV varnish technology. In this paper, the advantages and disadvan-  
tages of the application of UV varnish technology on various printing materials will be investigated.  
UV varnish technology is a newer technology with many potential new applications on various sur-  
faces. The three-dimensional properties of UV varnish cannot be achieved by any of the standard  
printing techniques. Therefore, UV varnish technology is one of the transitional techniques that  
transfer graphic services from the 2D world to the 3D world. In the paper, different printing mate-  
rials are used, the average height of the coated surface is analysed, deviations from the nominal  
value are determined, and the reasons for coating deviations are analysed. UV varnish technology  
can be used to create a Braille letter on a product in addition to various 3D textures, making this  
technology extremely important.

**Keywords:** UV varnish, UV varnish technology, UV varnish application machine, Modern graphic  
technologies

## ANALIZA NERAVNOMJERNE POKRIVENOST BOJE NA EKOLOŠKI PRIHVATLJIVIJIM TISKOVNIM PODLOGAMA

### ANALYSIS OF UNEVEN INK COVERAGE ON MORE ENVIRONMENTALLY ACCEPTABLE PRINTING SUBSTRATES

Irena Bates<sup>1</sup>, Ivana Plazonić<sup>1</sup>, Maja Rudolf<sup>1</sup>, Katja Petric Maretić<sup>1</sup>, Valentina Radić Seleš<sup>1</sup>, Iva Mandurić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphic Arts, Zagreb, Croatia; irena.bates@grf.unizg.hr

#### Sažetak

Svijet je suočen sa smanjenom količinom šumskih površina uslijed djelovanja požara i klimatskih promjena, te ilegalnih i neodrživih sječa šuma i njihovih prenamjena u druge svrhe. Drveće je još uvijek glavni izvor celuloznih vlakana, zbog čega je industrija papira kontinuirano usmjerena na traženje novih izvora sirovina. Svijest o održivom razvoju i ekologiji zahtijeva korištenje novih rješenja, kao što su alternativni izvori celuloznih vlakana za proizvodnju papira od poljoprivrednih ostataka biljaka koje su brzo obnovljive i jeftine za proizvodnju. Žitarice poput slame pšenice, ječma i pšenoraži dokazale su se sa svojim povoljnim svojstvima prikladnima za dobivanje celuloznih vlakana. U ovom radu proizvedene su laboratorijske papirne podloge iz recikliranih drvnih vlakana s dodatkom alternativnih nedrvnih vlakana u masenom udjelu od 30% te je analizirana kvaliteta reprodukcije na istim. Načinjene papirne podloge otisnute su bakrotiskom tehnikom kao tehnikom kojom se omogućuje najkvalitetnija reprodukcija u području tiska ambalaže. Analiza kvalitete reprodukcije provedena je na temelju parametra neravnomjerne pokrivenosti konvencionalnim te UV bojama na dobivenim laboratorijskim tiskovnim podlogama s nedrvnim vlakancima. Vrijednosti neravnomjerne pokrivenosti bojom laboratorijskih tiskovnih podloga određene su analizom slika u programu ImageJ.

**Ključne riječi:** bakrotisak, ekološki prihvatljivije tiskovne podloge, nedrvna vlakanca, neravnomjerna pokrivenost boje, kvaliteta reprodukcije

#### Abstract

Due to the effects of fires and climate change, as well as illegal and unsustainable logging of forests and their conversion for other purposes, the world is facing a reduced amount of forested land. Trees are still the main source of cellulose fiber, so the paper industry is continuously focused on searching for new sources of raw material. Awareness of sustainable development and ecology requires the use of alternative sources of cellulose fibers to produce paper from agricultural crop residues that are rapidly renewable and cheap to produce. Cereals such as wheat, barley and triticale have been shown to have favorable properties suitable for cellulose fiber production. In this study, laboratory paper substrates were prepared from recycled wood fibers with the addition of alternative non-wood fibers in a mass fraction of 30%, and the reproduction quality on them was analyzed. The produced paper substrates were then printed using the gravure printing technique, which provides the highest reproduction quality in the field of packaging printing. The analysis of reproduction quality was performed based on the parameter of non-uniform ink coverage with conventional and UV inks on the obtained laboratory printing substrates with non-wood fibers. The values of uneven ink coverage of laboratory printing substrates were determined by image analysis in the program ImageJ.

**Keywords:** gravure printing, environmentally acceptable printing substrates, non-wood fibers, uneven ink coverage, reproduction quality

## UTJECAJ NASTAVE NA DALJINU NA UČENJE I PODUČAVANJE STRANOG JEZIKA STRUKE

### THE IMPACT OF DISTANCE LEARNING ON LEARNING AND TEACHING A FOREIGN LANGUAGE FOR SPECIFIC PURPOSES

Ana Nemec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphic Arts, Zagreb, Croatia, anemec@grf.hr

#### Sažetak

Odlukom o zatvaranju fakulteta uslijed pandemije Corona virusa u ožujku 2020. sva se nastava praktički preko noći prebacila na online platforme za podučavanje, ne ostavljajući nastavnicima previše vremena za prilagodbu nastavnih materijala i metoda poučavanja.

Premda za učenje i podučavanje jezika u usporedbi s drugim znanstvenim sadržajima nisu potrebni značajna logistika i resursi pa se nastavu stranoga jezika na daljinu na prvi pogled moglo provoditi bez većih i vidljivih poteškoća, danas, s odmakom, ankete, studije i istraživanja provedena među studentima i nastavnicima ipak ukazuju na određene probleme, od kojih su neki opći, tehničke i pedagoške prirode, dok su neki specifični i povezani s prirodom učenja stranog jezika i metodikom podučavanja. U članku se analiziraju različita iskustva u organizaciji nastave stranih jezika u vrijeme pandemije.

Nastava na daljinu (p)ostaje opcija koja će nam i dalje stajati na raspolaganju i koja neosporno ima svoje prednosti, no na nastavnicima jezika struke je da, imajući sve u vidu, odluče kada su i za koju skupinu te prednosti veće od eventualne štete.

**Ključne riječi:** podučavanje stranih jezika, učenje na daljinu, praćenje napretka, ispitivanje znanja, motivacija i samoorganizacija

#### Abstract

With the decision to close universities due to the Corona virus pandemic in March 2020, all classes were transferred to online teaching platforms practically overnight, thus leaving little time for teachers to adapt their teaching materials and teaching methods.

Although learning and teaching a language in comparison with other scientific contents does not require considerable logistics and resources, which is why distance learning and teaching of foreign languages could at first glance be carried out without major and visible difficulties, today, with time, surveys, studies and research conducted among students and teachers tend to indicate certain problems, some of which are of general, technical and educational nature, while some are specific and related to the methods of learning a foreign language and teaching methodology. The article analyzes different experiences in the organization of foreign language classes during the pandemic.

Distance learning will certainly remain a teaching/learning option that undeniably has its advantages, but it is up to language teachers to decide, taking everything into account, when and for which learner group these advantages outweigh the possible harm.

**Keywords:** foreign language teaching, distance learning, progress assessment, knowledge testing, motivation and self-organization



**ODREĐIVANJE OTPORNOSTI JAČINE PUCANJA  
PERFORIRANOG VALOVITOG KARTONA****DETERMINATION OF BURSTING STRENGTH OF PERFORATED  
CORRUGATED CARDBOARD**

Iva Šarčević<sup>1</sup>, Dubravko Banić<sup>1</sup>, Diana Gregor-Svetec<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphic Arts, Zagreb, Croatia; iva.sarcevic@grf.unizg.hr

<sup>2</sup>Univerza v Ljubljani Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija; diana.gregor@ntf.uni-lj.si

**Sažetak**

Određivanje otpornost jačine pucanja valovitog kartona je jedna od standardnih metoda određivanja čvrstoće valovitog kartona. Perforacije na valovitom kartonu služe za olakšano otvaranje ambalaže za izlaganje na police. Međutim, perforacije na valovitom kartonu mijenjaju njegova mehanička svojstva. Cilj ovog rada je odrediti promjenu otpornosti jačine pucanja valovitog kartona nakon što se isti perforira. Pomoću Mullen testa, mjerene su dvije vrste troslojnog valovitog kartona E vala, perforiranog sa tri tipa perforacija, pri čemu su perforacije smještene pod pet definiranih kutova. Različita kvaliteta valovitog kartona, različiti tipovi perforacije te različiti kut pozicije perforacije se koriste kao nezavisne varijable u statističkoj analizi. Uzorci bez perforacija su također mjereni i uspoređeni s perforiranim. Statističkom analizom utvrđeno je i kvantificirano smanjenje otpornosti jačine pucanja perforiranog valovitog kartona. Statistički najznačajnija nezavisna varijabala je kut pozicioniranja perforacije. Izmjerene vrijednosti su poprilično iskrivljene, ali opći tren je očit: vrijednosti se smanjuju od kuta 0 do kuta 45 ili 70, a zatim nešto rastu do kuta 90.

**Ključne riječi:** jačina pucanja, valoviti karton, perforacije, Mullen test

**Abstract**

Bursting strength is a common method for measuring the strength of corrugated cardboard. Perforations on corrugated cardboard are used for easy opening of Shelf Ready Packaging. However, the perforations on corrugated cardboard affect the mechanical properties. The objective of this paper is to determine the change in bursting strength after applying perforations on corrugated cardboard. The Burst Mullen Test was performed on two different quality of three-layer E-flute corrugated cardboard, perforated with three different types of perforations, with perforations positioned in five defined angles. The different quality of the corrugated cardboard, the different type of perforation, and the different angle of the perforated position are presented as three explanatory variables in the statistical analyses. The specimens without perforation were also tested and compared with the perforated ones. The statistical analysis determined and quantified the reduction in bursting strength of perforated corrugated cardboard. The most significant explanatory variable was the angle of the perforation position. The measured values of the perforated cardboard were rather skewed, but a general trend was evident: values tended to decrease from angle 0 towards angle 45 or 70 and then increased somewhat at an angle of 90 degrees.

**Keywords:** Bursting strength, corrugated cardboard, perforations, Mullen test

## DINAMIKA PROMJENE TERMOKROMNE BOJE NA RELJEFNOM ETIKETNOM PAPIRU

### DYNAMICS OF THERMOCHROMIC COLOR CHANGE ON EMBOSSED LABEL PAPERS

Rahela Kulčar<sup>1</sup>, Marina Vukoje<sup>1</sup>, Ela Legac<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphic Arts, Zagreb, Croatia, rahela.kulcar@grf.unizg.hr

#### Sažetak

Cilj ovog rada bio je ustanoviti utjecaj karakteristika dviju različitih tiskovnih podloga, tj. na reljefnom metaliziranom i bijelom papiru za etikete na kolorimetrijske karakteristike izabrane termokromne boje. Ispitivana TC boja mijenja svoje obojenje iz plavo-ljubičaste u ružičastu pri temperaturi aktivacije od 31°C. Tiskovne podloge koje su izabrane za tisak su metalizirani i bijeli etiketni papiri koji se koriste kao etikete za boce. Određene su njihove karakteristike poput hrapavosti, udjela vlage, pepela (punila) te pH vrijednosti. Uspoređivanjem izmjerenih kolorimetrijskih vrijednosti zaključeno je kako promjena u boji nikad nije isprekidana i/ili nagla, već je polagana i kontinuirana. Iz dobivenih histereza jasno se uočava termalna povijest ispitivane TC boje, tj. put boje na pojedinim temperaturama se razlikuje ovisno o tome dali se do njega došlo zagrijavanjem ili hlađenjem. Oscilacije kod početnog stanja prije zagrijavanja i stanja nakon zagrijavanja te hlađenja i ponovnog vraćanja k početnom stanju su značajne. Do promjene ne dolazi nužno na samoj temperaturi aktivacije, već to zavisi o karakteristikama tiskovne podloge. Zaključeno je da neke karakteristike tiskovnih podloga imaju utjecaj na dinamiku promjene TC boje. Izraženija dinamika promjene boje zapaža se kod otiska na metaliziranom etiketnom papiru.

**Ključne riječi:** termokromne boje, dinamika promjene boje, kolorimetrijske karakteristike, etiketni papir

#### Abstract

This work aimed to establish the influence of the characteristics of two different printing substrates, i.e., on embossed metallized and white label paper on the colorimetric characteristics of the selected thermochromic ink. The used TC ink changes its colour from blue violet to pink at an activation temperature of 31°C. The printing substrates chosen for printing are metallized and white label papers used as bottle labels. Their characteristics such as roughness, moisture content, ash and pH value were determined. By comparing the measured colorimetric values, it was concluded that the colour change is never interrupted and/or sudden, but slow and continuous. From the obtained hysteresis, the thermal history of the examined TC ink can be observed, i.e. the path of the colour at certain temperatures differs depending on whether it was caused by heating or cooling. Oscillations in the initial state before heating and the state after heating and cooling and returning to the initial state are significant. The change does not necessarily occur at the activation temperature itself, but it depends on the characteristics of the printing substrate. It was concluded that some characteristics of printing substrates influence the dynamics of TC colour change. A more pronounced dynamic of the colour change is observed when printing on metallized label paper.

**Keywords:** thermochromic inks, dynamics of color change, colorimetric characteristics, label paper

## KNJIŽNI IDENTIFIKATORI

### BOOK IDENTIFIERS

Alen Šimec<sup>1</sup>, Ivan Jakšić Piščetec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zagreb University of Applied Sciences, Zagreb Croatia; alen@tvz.hr

#### Sažetak

U ovom će radu biti pokrivena povijest razvoja brojčanih identifikatora tekstualnih i medijskih sadržaja poput knjiga i časopisa te standardizacija njihovih identifikatora. Međunarodni standardni broj knjige (ISBN) jedinstven je strojno čitljiv identifikacijski broj, definiran u ISO standardu 2108, koji se primjenjuje na knjige. Također će biti riječi o njihovoj strukturi, metodama provjere njihove valjanosti i svakodnevnom korištenju.

**Ključne riječi:** knjige, issn, isbn, identifikator, standardizacija

#### Abstract

This paper will cover the history of the development of numerical identifiers of textual and media content such as books and magazines, as well as the standardization of their identifiers. The International Standard Book Number (ISBN) is a unique machine-readable identification number, defined in ISO standard 2108, that is applied to books. Their structure, methods of checking their validity and daily use will also be discussed.

**Keywords:** books, issn, isbn, identifier, standardization

## DIFUZIJSKI MODEL ZA GENERIRANJE SLIKA PREMA ZADANOM TEKSTU

### DIFFUSION MODEL FOR CREATING IMAGES ACCORDING TO GIVEN TEXT

Alen Šimec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zagreb University of Applied Sciences, Zagreb, Croatia; alen@tvz.hr

#### Sažetak

U ovom će radu biti objašnjeno automatizirano generiranje slika pomoću umjetne inteligencije koje mogu stvoriti realistične slike korištenjem tekstualnih uputa, referentnih slika i originalnih slika za uređivanje. Umjetna inteligencija ima sposobnost učenja zahvaljujući strojnom učenju. To se postiže korištenjem algoritama za otkrivanje obrazaca i generiranjem uvida iz podataka kojima su izloženi. Umjetna inteligencija već može simulirati neuronsku mrežu ljudskog mozga zahvaljujući dubokom učenju, grani strojnog učenja. Može razjasniti uzorke, šum i druge uzroke dvosmislenosti u podacima. Rezultati možda neće uvijek biti identični onome što zamislimo ili očekujemo, no zasigurno su interesantni iz aspekta očekivanih izlaznih varijabli koje možemo dobiti na temelju određenih parametara.

**Ključne riječi:** umjetna inteligencija, difuzijski model, generiranje slika

#### Abstract

This paper will explain automated image generation using artificial intelligence that can create realistic images using text-based instructions, reference images, and original images for editing. Artificial intelligence has the ability to learn thanks to machine learning. This is achieved by using algorithms to detect patterns and generate insights from the data they are exposed to. Artificial intelligence can already simulate the neural network of the human brain thanks to deep learning, a branch of machine learning. It can clarify patterns, noise, and other causes of ambiguity in data. The results may not always be identical to what we imagine or expect, but they are certainly interesting from the aspect of the expected output variables that we can get based on certain parameters.

**Keywords:** artificial intelligence, diffusion model, image generation

## OPERATIVNA IZVRSNOST U FUNKCIJI UNAPRJEĐENJE SUSTAVA OSIGURAVANJA KVALITETE VISOKOG UČILIŠTA

### OPERATIONAL EXCELLENCE IN THE FUNCTION OF ENHANCING THE QUALITY ASSURANCE SYSTEM OF HIGHER EDUCATION

Suzana Pasanec Preprotić<sup>1</sup>, Diana Bratić<sup>1</sup>, Nikolina Loknar Stanić<sup>1</sup>, Lea Tijan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphic Arts, Zagreb, Croatia; spasanec@grf.hr

#### Sažetak

Visoko učilište mogu ocijeniti izvrsnim samo njegovi unutarnji i vanjski dionici. Spoznaja izvrsnosti je odnos prema znanstveno-istraživačkom, umjetničkom te stručnom radu koji visoko učilište integrira u gospodarstvo i čini ga inkluzivnim u kontekstu stvaranja novih društvenih normi za potrebe jačanja socijalne kohezije. Stoga se njegova operativna izvrsnost može prezentirati kroz pozitivno pridavanje značenja organizacijskih obilježja kao što su ljudski resursi, politika poslovanja i mapiranje procesa kojima se unaprjeđuju performanse djelatnosti visokog učilišta. Spoznaja izvrsnosti proizlazi iz odgovarajuće razine kvalitete, a izvrsnost samo jednoga zaposlenika nikada nije jamac kvalitete institucije. Meta kognitivne vještine kod zaposlenika mogu ispuniti potrebe gospodarstva i zajednice, za razliku od politika koje su samo standardizirane interne pravne odluke podložne mijenjanju, revidiranju i ukidanju. Kompetencije zaposlenika i njihova predanost ciljevima dvije su komponente operativne izvrsnosti. Treća i najvažnija komponenta je stvaranje poticajnog radnog okruženja od strane tijela upravljanja. Poticanje samoučenja kroz razmjenu znanja i iskustva među kolegama održava razinu njihovih kompetencija. Ako predanost radu nije prepoznata do samoučenja neće niti doći. Stoga se operativna izvrsnost unaprjeđuje po modelu motivacije pojedinca i to na radnom mjestu.

**Ključne riječi:** operativna izvrsnost, unaprjeđenje osiguravanja kvalitete, mapiranje procesa

#### Abstract

Excellence of higher education institution (HEI) can only be evaluated by its internal and external stakeholders. Knowledge of excellence is attitude toward scientific research, artistic and professional work that integrates HEI with the economy and embeds it in a creative context of new social norms such as the need to strengthen social cohesion. So, its operational excellence can be represented by positive meanings attached to organizational characteristics as human resources, business policies, and process mapping tools that enhance performance activities. Excellent knowledge implies acceptable level of quality, and excellence of individual employee is never guarantee of HEI's quality. The metacognitive skills of employees can improve economy and community needs, unlike policies that are just standardized internal legal decisions that can be changed, revised, and repealed. Employees' competencies and purposefulness are two attributes of operational excellence. The third, and most important attribute is creation of stimulating work environment by HEI leaders. Encouraging self-directed learning by sharing knowledge and experiences through communication among colleagues maintains high levels of employee competencies. If commitment to work isn't recognized, self-directed learning won't occur. Increasing operational excellence results from modelling a well-being work environment.

**Keywords:** operational excellence, enhancing quality assurance, process mapping tools

**PERCEPCIJA PROJEKTOG PRISTUPA EDUKACIJI RAZVOJA  
DIGITALNIH PROIZVODA KOD STUDENATA**

**STUDENTS' PERCEPTION OF THE PROJECT BASED LEARNING  
DIGITAL PRODUCT DEVELOPMENT**

Matija Repač<sup>1</sup>, Vesna Uglješić<sup>1</sup>, Mia Čarapina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zagreb University of Applied Sciences, Zagreb, Croatia; mia.carapina@tvz.hr

**Sažetak**

U radu se istražuje studentska percepcija projektne nastave iz kolegija fokusiranih na razvoj i dizajn digitalnih proizvoda. Kolegiji 'Dizajn digitalnih proizvoda' i 'Projektno programiranje' održavaju se u četvrtom semestru stručnog studija informatike na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu. Kolegiji se bave razvojem digitalnih proizvoda, jedan s dizajnerske a drugi s programerske strane te je kod oba nastava koncipirana projektno. Nakon završetka kolegija provedeno je istraživanje kako bi se ustvrdili stavovi i dojmovi studenata o projektno usmjerenom tipu nastave te eventualnim razlikama u percepciji između različitih usmjerenja studenata.

**Ključne riječi:** projektni pristup nastavi, timski rad, programska podrška, dizajn digitalnih proizvoda

**Abstract**

This paper researches the student perception of project-based learning in courses focused on the development and design of digital products. "Digital product design" and "Project programming" are fourth-semester courses in the Undergraduate professional study in Informatics at the Zagreb University of Applied Sciences. The courses cover topics regarding digital product design and development. After course completion, a survey was conducted in order to research students' attitudes and impressions regarding the project-based type of learning and differences in perception between the students of different courses.

**Keywords:** project-based learning, team work, software development, digital product design

## OBLIKOVANJE ARHITEKTURE INFORMACIJA I NAVIGACIJE NA PRIMJERU E-TRGOVINE

### DESIGNING ARCHITECTURE INFORMATION AND NAVIGATION ON THE EXAMPLE OF E-COMMERCE

Dora Džolić<sup>1</sup>, studentica; Maja Turčić<sup>1</sup>, Tomislav Bogović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zagreb University of Applied Sciences, Zagreb, Croatia; mturcic@tvz.hr

#### Sažetak

Količina informacija dostupna korisnicima weba danas je beskonačna. Web mjesta u funkciji trgovine su u eksponencijalnom rastu što u jednakoj količini povećava i konkurenciju. Cilj e-trgovine je da proda proizvod što primarno čini zadržavanjem korisnika na web sjedištu. Ključni dio web stranice koja omogućuje posjetiteljima da se snalaze i da pronađu što žele je tzv. navigacija koja počiva na arhitekturi informacija. Kvalitetna navigacija prikazuje sve potrebne informacije o sadržaju web sjedišta bez da pretrpa vizualno prostor ili preplavi posjetitelja. Ovaj rad prikazuje stručno promišljanje arhitekture informacija i različite vrste vizualnog oblikovanje navigacije jedne e-trgovine.

**Ključne riječi:** web oblikovanje, arhitektura informacija, e-trgovina, navigacija

#### Abstract

The amount of information available to users of web today is infinite. Web sites that serve for commerce are growing exponentially, which increases the competition in the same amount. The goal of all e-commerce sites is to sell a product, which it does primarily by retaining the user on the website. The key part of a web page that allows visitors to navigate and find what they are looking for is the navigation system based on the architecture of information. A good navigation system presents all the necessary information about the content of the web site without cluttering the space or overwhelming the visitor. This paper presents a professional deliberation of architecture of information and designing different types of navigation for an e-commerce.

**Key words:** web design, architecture of information, e-commerce, navigation

## INFRACRVENI I RAMANOVI SPEKTRI TERMOKROMSKIH OFFSET TISKA NAKON UV ZRAČENJA

### INFRARED AND RAMAN SPECTRA OF THERMOCROMIC OFFSET PRINTS AFTER UV RADIATION

Mirela Rožić<sup>1</sup>, Snežana Miljanić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; mirela.rozic@grf.unizg.hr

<sup>2</sup>Faculty of Science, Zagreb, Croatia; miljanic@chem.pmf.hr

#### Sažetak

Termokromni ofsetni otisci izloženi su UV osvjetljavanju u komori za starenje u različitim vremenskim intervalima tijekom 40 sati. Primijenjena je komercijalno dostupna ofsetna boja (Chameleon) temperature aktivacije 27°C plave boje. Mjerenja CIELab vrijednosti pokazala su značajne promjene već nakon 1 sata ubrzanog starenja. Snimljeni IR spektri odraz su ukupne strukture termokromne boje. U spektrima osvjetljenih uzoraka termokromnog otiska u području isteznih vibracija OH skupina opaža se široka vrpca koja potječe od OH skupina celuloze iz papira te prekriva eventualno nastale vrpce istezanja OH skupina oksidacijskih produkata. Rame pri 1715 cm<sup>-1</sup> čiji se intenzitet povećava s vremenom ozračivanja, zasigurno se može pripisati karbonilnim skupinama u nastalim oksidacijskim produktima (najvjerojatnije ketonima) te ukazuje na raspad polimera. Za trajne materijale, poput većine premaza i plastike, kratkovalno UV zračenje primarni je uzrok cijepanja primarnih kovalentnih veza u polimernom lancu. Inkapsulacija melaminskom smolom je uobičajena metoda široko opisana u literaturi. I ostali materijali od kojih su izrađene termokromne mikrokapsule sadrže -OH skupine, pa se može pretpostaviti fotooksidacija mikrokapsula. Heterogenost u fotooksidativnoj razgradnji polimera je dobro opisana i utvrđena pojava. Iako je moguće snimiti Ramanov spektar termokromne boje, za razliku od ATR spektara, u Ramanovim spektrima termokromnih otisaka dominiraju vrpce papira.

**Ključne riječi:** UV, Raman, OH skupine, karbonilne skupine.

#### Abstract

Thermochromic offset prints are exposed to UV light in an aging chamber at different time intervals for 40 hours. A commercially available offset dye (Chameleon) with an activation temperature of 27°C blue color was applied. Measurements of CIELab values showed significant changes already after 1 hour of accelerated aging. The recorded IR spectra are a reflection of the overall structure of the thermochromic ink. In the spectra of illuminated thermochromic print samples in the area of stretching vibrations of OH groups, a broad band originating from the OH groups of cellulose from paper is observed and covers the possibly formed stretching bands of OH groups of oxidation products. The shoulder at 1715 cm<sup>-1</sup>, whose intensity increases with irradiation time, can certainly be attributed to carbonyl groups in the formed oxidation products (most likely ketones) and indicates the decomposition of the polymer. For durable materials, such as most coatings and plastics, short-wave UV radiation is the primary cause of cleavage of the primary covalent bonds in the polymer chain. Encapsulation with melamine resin is a common method widely described in the literature. The other materials from which the thermochromic microcapsules are made also contain -OH groups, so photooxidation of the microcapsules can be assumed. Heterogeneity in the photooxidative degradation of polymers is a well-described and established phenomenon. Although it is possible to record the Raman spectrum of a thermochromic ink, unlike ATR spectra, the Raman spectra of thermochromic prints are dominated by paper bands.

**Key words:** UV, Raman, OH groups, carbonyl groups.



**ISTRAŽIVANJE JAVNOG MIŠLJENJA O KORIŠTENJU  
BIORAZGRADIVE AMBALAŽE**

**SURVEY OF PUBLIC OPINION ON THE USE OF  
BIODEGRADABLE PACKAGING**

Lucija Slišković<sup>1</sup>, Marta Šimunović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphic Arts, Zagreb, Croatia; lucijasliszkovic1@gmail.com

**Sažetak**

Mnoga istraživanja prikazuju negativan utjecaj polimernih materijala na zrak, tlo, vode te zdravlje ljudi i životinja. Pretpostavlja se da će na morski ekosustav velikih mediteranskih zemlja kao Egipata, utjecati otpadni polimerni materijali od oko jednog milijuna tona. Istraživanja su pokazala kako na 300 milijuna tona polimernog materijala tek 0,6% otpada na one dobivene od obnovljivih izvora. Kao odgovor na veliki utjecaj polimernih ambalažnih materija na okoliš, traže se novi održivi načini pakiranja koji ne ugrožava sljedeće generacije. Premise održivog razvoja rješenja vide u korištenju alternativnih materijala. Takvi materijali koji bi u budućnosti mogli zamijeniti polimerne materijale načinjene od fosilnih sirovina su prirodni biorazgradivi polimeri kao polisaharidi, polipeptidi (proteini), mikrobnj poliesteri i bakterijska celuloza te sintetski biorazgradivi polimeri kao alifatski poliesteri, poli(vinil-alkohol) i poli(vinil-acetat). Nabrojani materijali su biorazgradivi, ponekad samo uz upotrebu određenih aditiva. Uz teorijski pregled istraživanje će dati uvid u spremnost ispitanika za korištenje spomenutih materijala.

**Ključne riječi:** pakiranje, polimerni materijali, okoliš, biorazgradnja

**Abstract**

Many studies show the negative impact of polymer materials on air, soil, water, and human and animal health. It is assumed that the marine ecosystem of large Mediterranean countries such as Egypt will be affected by waste polymer materials of about one million tons. Research has shown that only 0.6% of the 300 million tons of polymer material is obtained from renewable sources. In response to the large impact of polymer packaging materials on the environment, new sustainable packaging methods are being sought that do not endanger future generations. According to the premises of sustainable development solutions to this problem is in the use of alternative materials. Such materials that could in the future replace polymeric materials made from fossil raw materials are natural biodegradable polymers such as polysaccharides, polypeptides (proteins), microbial polyesters and bacterial cellulose, and synthetic biodegradable polymers such as aliphatic polyesters, poly (vinyl alcohol) and poly (vinyl- acetate). The listed materials are biodegradable, sometimes only with the use of certain additives. In addition to the theoretical overview, the research will provide an insight into the respondents' willingness to use the mentioned materials.

**Keywords:** packaging, polymer materials, environment, biodegradation

## AUTOMATIZACIJA OBRADJE FOTOGRAFIJA PRIMJENOM IMAGEMAGICK ALATA

### PHOTOGRAPHIC IMAGE PROCESSING AUTOMATIZATION USING IMAGEMAGICK UTILITIES

Jelena Vlašić<sup>1</sup>, Marko Čačić<sup>1</sup>, Marin Milković<sup>1</sup>, Robert Geček<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University North, Varaždin, Croatia; jevlasic@unin.hr

#### Sažetak

Fotografije se obično obrađuju manualno, kroz grafičko korisničko sučelje alata za obradu pikselne grafike. Međutim, određene situacije zahtijevaju obradu velikog broja fotografija pa takav pristup nije primjeren jer je dugotrajan i podložan pogreškama. Jedna od takvih situacija koja zahtijeva brzinu i preciznost je priprema fotografija za primjenu u znanstvenom eksperimentu. U ovom radu razmatra se primjer koji podrazumijeva prilagodbu rezolucije fotografije i primjenu algoritma za sažimanje slikovnih podataka, sukladno odabranom izlaznom grafičkom formatu zapisa. Takav eksperiment podrazumijeva izradu velikog broja različitih uzoraka, što može dovesti do pogrešnog konačnog zaključka ako se uzorci ne pripreme na ispravan način. Proces se može učinkovito automatizirati primjenom alata koji omogućuju obradu fotografija posredstvom programskog sučelja. Popularno softversko rješenje koje se često koristi u navedenu svrhu su ImageMagick alati. Ovaj rad daje uvid u moguću primjenu ImageMagick alata s ciljem automatizacije obrade fotografija.

**Ključne riječi:** fotografija, obrada slike, command-line alati, ImageMagick

#### Abstract

Photographic images are usually processed manually through the graphical user interface of specialized pixel graphics editing software. However, some situations require the processing of a large number of photographic images, so the manual approach is time-consuming and prone to errors. An example of such a situation that requires speed and precision is image processing for the needs of a scientific experiment. In this paper, we are considering an experiment that requires resolution resampling and the application of an appropriate image compression algorithm according to the chosen output image file format. Such an experiment involves the generation of a large number of samples, so there is a possibility of drawing a wrong conclusion if the samples are not prepared correctly. Fortunately, the process can be effectively automated using command-line image processing tools. A popular software solution that is often used for this purpose is the ImageMagick software suite. This paper provides insight into the possible application of the ImageMagick utilities to automate photographic image processing.

**Keywords:** photographic image, image processing, command-line utilities, ImageMagick

## KREIRANJE I TESTIRANJE IDEJNIH RJEŠENJA ZA DIZAJN NOVE ROBNE MARKE

### CREATING AND TESTING A LOGO DESIGN FOR A NEW BRAND

Petra Vugec<sup>1</sup>, Dorotea Kovačević<sup>1</sup>, Maja Brozović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphic Arts, Zagreb, Croatia; dorotea.kovacevic@grf.unizg.hr

#### Sažetak

Dosadašnja istraživanja u području dizajna robnih marki pokazuju da boja i grafički oblici mogu utjecati na percepciju robne marke i njenih vrijednosti. Stoga se u ovome radu ispituje hipoteza o utjecaju tona boje, pismovnog reza i vizualnih oblika na percipiranu kvalitetu robne marke koja na tržištu predstavlja novi obrt za specijalizirane dizajnerske djelatnosti. Nezavisne varijable uključivale su: tri idejna rješenja, tri tona boje i dvije vrste pismovnog reza. Manipulacijom ovih atributa dobivena su različita grafička rješenja za logo koja su se evaluirala putem elektroničkog upitnika pomoću 7-stupanjske Likertove skale. U istraživanju je sudjelovalo 56 ispitanika u dobi od 21 do 44 godina. Među svim ispitanim varijablama, samo se boja utvrdila kao utjecajni faktor, pri čemu je crveni ton dao najbolje rezultate. Iako je deblji pismovni rez bio bolje ocijenjen od tankog reza, među njima nije ustanovljena statistički značajna razlika. Dobiveni rezultati potvrđuju da se boja može učinkovito koristiti kao snažan vizualni atribut u kreiranju rješenja za logo. U širem smislu, rezultati ukazuju na nužnost testiranja idejnih rješenja u procesu grafičkog oblikovanja robnih marki.

**Ključne riječi:** logo, grafički dizajn, vizualni identitet, boja, pismo

#### Abstract

Previous research on logo design indicated that both colour and shape can influence people's perception of a logo and brand values. Thus, the purpose of this study was to test the hypothesis that colour hue, typeface style, and shape design may impact the perceived qualities of a new unknown brand in digital art. Three visual design concepts, three colour hues, and two typeface styles (bold versus light) were used as independent variables in the logo designs which served as prototypes for the final graphic solution. They were presented to 56 participants (aged between 21 and 44 years) using an online questionnaire. A seven-point Likert scale was used for data collection. The results indicated that, among all the variables, only colour influenced the participants' responses. The red versions of the logo were preferred over the yellow ones. Although the bold typeface was rated better than the light typeface, the difference was not statistically significant. These findings support the notion that colour could be used as an effective visual attribute in logo design. In a broader sense, they also suggest that testing stage should not be neglected in a successful process of a logo development.

**Keywords:** logo, graphic design, visual identity, colour, typeface

## IZRADA SJEMENSKOG PAPIRA

### PRODUCTION OF SEEDING PAPER

Tea Novaković<sup>1</sup>, Marina Vukoje<sup>1</sup>, Rahela Kulčar<sup>1</sup>, Ivana Bolanča Mirković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphic Arts, Zagreb, Croatia; marina.vukoje@grf.unizg.hr

#### Sažetak

Sve većim rastom potražnje i potrošnje ambalažnih materijala raste i problem njegovog zbrinjavanja. Iz tog razloga vrlo često se dogodi da se razna ambalaža, kao i razni drugi otpad nađe u okolišu. No, različitim materijalima je potreban drugačiji vremenski period za razgradnju u prirodi. Neki materijali pri razgradnji čak ispuštaju i štetne, a ponekad i toksične tvari koje se ne bi trebale ostavljati u okolišu zbog njihovog štetnog utjecaja na sva živa bića u njemu. Iz ovih razloga se u današnje vrijeme istražuju razni načini kako postojeću ambalažu zamijeniti s ambalažom koja će biti manje štetna za okoliš, ako ne i korisna. Unazad par godina sve je više takve ambalaže na tržištu što znači da se ljudi bude i shvaćaju kakav utjecaj imaju na život koji ih okružuje. Stoga se danas neki štetni ambalažni materijali zamjenjuju drugim materijalima kako bi se smanjio negativan učinak na okoliš. Jedna od novijih vrsta ambalaža je biorazgradiva ambalaža koja se može posaditi. U nekim primjerima takvog tipa ambalaže prešaju se sjemenke cvijeća koje bi trebalo izrasti kad se ambalaža posadi ili biorazgradi ako dospije u okoliš. Cilj rada je bio izraditi reciklirani papir sa sjemenkama biljaka. Ispitivat će se utjecaj temperature na rast sjemenki i predložiti način sklapanja kutije od takvog papira kako bi se izbjeglo korištenje ljepila.

**Ključne riječi:** održivost, ambalaža, sjemenski papir, reciklirani papir, ekodizajn

#### Abstract

With the growing demand and consumption of packaging materials, the problem of its disposal is growing. For this reason, very often happens that various packaging, as well as various other waste streams, can be found in the environment. However, different materials require a different period of time to decompose in the environment. During decomposition, some materials release harmful and sometimes toxic substances that should not be left in the environment due to their harmful effect on all living beings. For these reasons, new ways to replace existing packaging with less harmful to the environment and even more useful ones are being researched today. Lately, various types of packaging on the market can be found, which means that people are being aware and realizing the impact on the environment. Therefore, some harmful packaging materials are being replaced by other environmentally friendlier materials to reduce the negative impact on the environment. One of the newer types of packaging is biodegradable packaging that can be planted. In some examples of this type of packaging, flower seeds are pressed. The goal of the paper was to create recycled paper with plant seeds. The influence of temperature on the growth of seeds will be investigated and a method of assembling a box made of such paper will be proposed in order to avoid the use of glue.

**Keywords:** sustainability, packaging, seeding paper, recycled paper, ecodesign

## UTJECAJI IGRAČIH KONZOLA I NAVIKA IGRAČA NA OKOLIŠ

### IMPACTS OF GAMING CONSOLES AND PLAYERS' HABITS ON THE ENVIRONMENT

Ivana Bolanča Mirković<sup>1</sup>, Marina Vukoje<sup>1</sup>, Zdenka Bolanča<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; ivana.bolanca.mirkovic@grf.unizg.hr

<sup>2</sup>Croatian Academy of Engineering, Zagreb, Croatia; zbolanca@htz.hr

#### Sažetak

Razvojem elektronike i računarstva u prošlom stoljeću stvorila se nova grana industrije, digitalno igranje, koja je brzo našla poklonike diljem svijeta. Proizvodnja medija za pohranu digitalnih igara, kao i igračih konzola uvelike utječu na zagađenje okoliša. Napredci na polju medija za pohranu digitalnih igra razvijaju mogućnosti pohranjivanja grafički i računalno složenijih igara, što utječe na povećanje potrebnih energetske resursa pri igranju digitalnih igara. U novije vrijeme računalne igre ne zahtijevaju spremanje na materijalni mediji, mogu se preuzimati s online trgovina. Spomenuto doprinosi dematerijalizaciji računalnih igara i uštedi resursa, ali i povećanoj potrošnji električne energije pri spremanju ili preuzimanju igara.

U ovom istraživanju biti će dana diskusija utjecaja na okoliš igračih konzola kroz faze životnog ciklusa proizvoda. Uz spomenuto anketnim istraživanjem te diskusijom dobivenih rezultata biti će dan uvid u navike igrača digitalnih igara na konzolama. Navike igrača uvelike utječu na ugljični otisak, koji je u ovom istraživanju uglavnom vezan za potrošnju neobnovljivih izvora električne energije. Važni utjecaj na iznos ugljičnog otisaka ima vrsta, robna marka te dodatne funkcije igračih konzola.

**Ključne riječi:** digitalne igre, igraće konzole, ugljični otisak, faza životnog ciklusa proizvoda

#### Abstract

In the last century, a new industry branch was created with the development of electronics and computing, digital gaming, which quickly found fans all over the world. The production of storage media for digital games, as well as game consoles, has a great effect on the pollution of the environment. The development of storing media for digital games has enabled the possibility of storing more graphically and computationally complex games, which affected the increase in necessary energy resources for playing digital games. In recent times, computer games do not require storage on physical media, they can be downloaded from online stores. This contributes to the dematerialization of computer games and the saving of resources, but also the increased consumption of electricity when saving or downloading games.

In this research, the environmental impact of game consoles will be discussed through the phases of the product life cycle. Survey research and discussion of the obtained results will give an insight into the habits of players of digital games on consoles. The player's habits greatly affect the carbon footprint, which is in this research mainly related to the consumption of non-renewable sources of electricity. The type, brand, and additional functions of game consoles have an important influence on the amount of carbon footprint.

**Keywords:** digital games, gaming consoles, carbon footprint, product life cycle stage

## STABILNOST EKOLOŠKI POVOLJNIJIH OFSETNIH OTISAKA

## STABILITY OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY OFFSET PRINTS

Goran Medek<sup>1</sup>, Ivana Bolanča Mirković<sup>2</sup>, Zdenka Bolanča<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LANA Karlovačka tiskara d.d., Karlovac, Croatia; goran.medek@lana.hr

<sup>2</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; ivana.bolanca.mirkovic@grf.unizg.hr

<sup>3</sup>Croatian Academy of Engineering, Zagreb, Croatia; zbolanca@hatz.hr

### Sažetak

Za ostvarenje ciljeva održivog razvoja potrebno je postići ravnotežu na razinama tehničkog, gospodarskog, znanstvenog i društvenog razvoja. Prepoznatljiva je ekološka održivost, kao upravljačka filozofija, čiji je cilj maksimizirati proizvodni proces i stvoriti više vrijednosti s manje negativnog utjecaja na kvalitetu okoliša. Efikasnost u području ekologije postiže se: korištenjem obnovljivih sirovina, racionalnom potrošnjom resursa, inovativnom tehnologijom, smanjenjem emisije toksičnih tvari, smanjenjem otpada i zatvaranju kružnog toka proizvodnje. Da bi se spomenuto implementiralo u sustav proizvodnje potrebno je usvojiti nova znanja i vještine.

U ovom istraživanju ofsetni otisci načinjeni od ekološko povoljnijih materijala. Rezultati istraživanja prikazuju kolorimetrijsku stabilnost ofsetnih otisaka, dobivenih kombinacijama kartona (reciklirana, djevičanska i FSC celulozna vlakna te alge iz Jadranskog mora) i žutih bojila (različiti udjeli obnovljive sirovine) u definiranim uvjetima izlaganja sunčevom zračenju kroz prozorsko staklo. Rezultati istraživanja se diskutiraju u odnosu na egzogene i endogene čimbenike odgovorne za promjene u kromatskim vrijednostima otisaka. Za pojašnjenje rezultata su bitne fotokemijske reakcije, do kojih dolazi izlaganjem otisaka sunčevom zračenju, jer molekularne veze u bojilima postupno slabe u kontaktu s fotonima visoke energije.

**Ključne riječi:** ekološko povoljniji materijali, ofsetni otisci, sunčevo zračenje, kolorimetrija, stabilnost otisaka

### Abstract

To achieve the goals of sustainable development, it is necessary to accomplish a balance between technical, economic, scientific, and social development. Ecological sustainability is recognized as a management philosophy, with the aim to maximize the production process and create more value with as small as possible impact on the environment. Ecology efficiency can be achieved by using renewable raw materials and innovative technologies, rational consumption of inputs per unit of product (energy and water), reduction of toxic substance emissions and waste, and closure of the circular flow of production. To implement the mentioned into the production and business system, it is necessary to adopt new knowledge and skills.

In this research, the offset prints were made from more environmentally friendly materials. The results show the colorimetric stability of offset prints, obtained by combinations of cardboard (recycled, virgin and FSC cellulose fibres and algae from the Adriatic Sea) and yellow inks (different proportions of renewable raw materials) under defined conditions of exposure to solar radiation through window glass. The research results are discussed in relation to exogenous and endogenous factors responsible for changes in the chromatic values of prints. Photochemical reactions are important because the molecular bonds in the inks weaken in contact with photons.

**Keywords:** environmentally friendly materials, offset prints, solar radiation, colorimetry, stability of prints.

## UTJECAJ APLIKACIJE BAZIRANE NA PRIKUPLJANJU TELEMATSKIH PODATAKA NA SMANJENJE POTROŠNJE GORIVA I EMISIJU CO<sub>2</sub>

### THE IMPACT OF AN APPLICATION BASED ON THE COLLECTION OF TELEMATICS DATA ON THE REDUCTION OF FUEL CONSUMPTION AND CO<sub>2</sub> EMISSIONS

Vinko Makek<sup>1</sup>, Tajana Koren Ivančević<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Amodo d.o.o., Croatia; vinkomakek81@gmail.com

<sup>2</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; tkoren@grf.hr

#### Sažetak

U ovom radu se nadograđuje ranije kreirana mobilna aplikacija koja se koristi u svrhu unaprjeđenja ugovaranja auto osiguranja ali i unaprjeđenja vozačkih vještina te uštedi na gorivu i smanjenju emisije CO<sub>2</sub>. Zasniva se na telematici i prikupljanju što je više moguće podataka iz senzora pametnih uređaja. Aplikacija mora biti u potpunosti funkcionalna za iOS i Android operativne sustave. Koristi se višepatformski radni okviri Flutter, koji je moderan, brz i učinkovit te pruža odlične alate za razvoj i konstantno unaprjeđivanje aplikacije i ublažava specifičnosti i ograničenja dvaju operativnih sustava. Iz podataka prikupljenih iz senzora pametnih uređaja, osiguravatelj može prikupiti stvarne uzorke ponašanja osiguranika te mu predložiti adekvatne pakete osiguranja. Također, aplikacija pruža korisniku mogućnost da na osnovu prikupljenih podataka osvaja i nagrade/ pogodnosti pri ostvarivanju sljedeće police osiguranja. Kroz pogodnosti aplikacije vozač može poboljšati svoje vozačke vještine te sudjelovati u raznim treninzima, natjecanjima i izazovima. Vozač putem aplikacije može naučiti kako i koliko ubrzavati, kako kočiti, kako uštedjeti na gorivu ali i kako smanjiti emisiju CO<sub>2</sub>. Svaka ušteda energije, goriva, a svakako i smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u današnje vrijeme je velik dobitak za pojedinca ali i za čovječanstvo.

**Ključne riječi:** telematika, mobilna aplikacija, senzori, smanjenje potrošnje

#### Abstract

In this paper, a previously created mobile application is upgraded and used for the purpose of improving auto insurance contracting, but also improving driving skills, saving fuel and reducing CO<sub>2</sub> emissions. It is based on telematics and collecting as much data as possible from the sensors of smart devices. The application must be fully functional for iOS and Android operating systems. The Flutter cross-platform framework is used, which is modern, fast and efficient and provides excellent tools for development and constant improvement of the application and mitigates the specificities and limitations of the two operating systems. From the data collected from the sensors of smart devices, the insurer can collect real samples of the policyholder's behavior and propose adequate insurance packages. Also, the application provides the user with the opportunity to win prizes/benefits based on the collected data when purchasing the next insurance policy. Through the benefits of the application, the driver can improve hers/his driving skills and participate in various trainings, competitions and challenges. Through the application, the driver can learn how and how much to accelerate, how to brake, how to save on fuel and how to reduce CO<sub>2</sub> emissions. Every saving of energy, fuel, and certainly the reduction of CO<sub>2</sub> emissions nowadays is a great gain for the individual and for humanity.

**Keywords:** telematics, mobile application, sensors, reducing consumption

## KOMPARATIVNA ANALIZA PLATFORMI ZA DIGITALNO SAMOIZDAVAŠTVO

### COMPARATIVE ANALYSIS OF PLATFORMS FOR DIGITAL SELF-PUBLISHING

Diana Bratić<sup>1</sup>, Iris Crnjac<sup>1</sup>, Denis Jurečić<sup>1</sup>, Suzana Pasanec Preprotić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; diana.bratice@grf.hr

#### Sažetak

Razvoj tehnologije rezultirao je dominacijom digitalnog izdavaštva nad tradicionalnim. Digitalna izdanja izdaju se brže, jednostavnije, a nerijetko i jeftinije. Iako je digitalno izdavaštvo prisutno već godinama, u novije vrijeme sve češće se koristi i digitalno samoizdavaštvo. Digitalno samoizdavaštvo označava objavljivanje digitalnih djela bez posredovanja izdavača. Iako izdavaštvo posredstvom izdavača ima neke prednosti kao što su istraživanje tržišta, nadgledanje postupka izdavanja, marketinške aktivnosti, zaštita autorskih prava, distribucija i nadzor nad financijama, samoizdavaštvo ipak omogućava veću kontrolu autora nad cjelokupnim procesom, ali i niže troškove izdavanja djela. Unajmljivanjem usluga lektora, urednika i grafičkih dizajnera može se doprinijeti kvaliteti djela, no autorima i dalje ostaje potpuna autonomija.

Stoga je u ovom radu napravljena komparativna analiza platformi za digitalno samoizdavaštvo iz aspekta zastupljenosti, učinkovitosti, isplativosti i tehničke složenosti. S obzirom da tradicionalni položaj izdavača u knjižarskom lancu rapidno slabi zbog mnogih besplatnih sadržaja koji se mogu pronaći na internetskim preglednicima, ali i zbog autora koji se odlučuju na samoizdavaštvo, ova komparativna analiza može biti dobro polazište za autore, ali i za izdavače kako bi što bolje sagledali svoju poziciju i smjer kretanja u sektoru.

**Ključne riječi:** digitalno izdanje, digitalno izdavaštvo, digitalno samoizdavaštvo, platforme za digitalno samoizdavaštvo, autorska prava

#### Abstract

The continued development of technology has led to the dominance of digital publishing over traditional one. Although digital publishing has been around for years, digital self-publishing has recently become more common. Digital self-publishing is the process of publishing digital works without the intermediary of a publisher. Although publishing through a publisher has some advantages, such as market research, oversight of the publishing process, marketing activities, copyright protection, distribution, and monitoring of finances, self-publishing still allows the author greater control over the entire process, as well as lower costs for publishing the work. Hiring proofreaders, editors, and graphic designers can contribute to the quality of the work, but authors still have full autonomy.

Therefore, in this paper, a comparative analysis of platforms for digital self-publishing was carried out under the aspects of representation, efficiency, profitability, and technical complexity. Considering that the traditional position of publishers in the bookstore chain is rapidly weakening due to a large amount of free content available on Internet browsers, but also due to authors choosing self-publishing, this comparative analysis can be a good starting point for authors, but also for publishers to better understand their position and orientation in this sector.

**Keywords:** digital edition, digital publishing, digital self-publishing, digital self-publishing platforms, copyright



**ISTRAŽIVANJE MIŠLJENJA O JEDNOKRATNOM PAPIRNOM  
PRIBORU ZA JELO NAPRAVLJENOM OD DEVET SLOJEVA****SURVEY OF OPINIONS ON DISPOSABLE PAPER CUTLERY  
MADE OF NINE LAYERS**Josip Zdelar, Igor Zjakić<sup>1</sup><sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; jzdelar@gmail.com**Sažetak**

S obzirom na novosti na tržištu u području jednokratnog pribora za jelo (žlica, vilica, nož), pribora za deserte (žličice za sladoled, jogurte, deserte, kolače, pikalice za sir, pršut i sl., te miješalice za kavu) izrađenog od 9- slojeva certificiranog prehrambenog papira kao i jednokratnog drvenog pribora za jelo 3u1 (vilica + nož=štapić za jelo). Svi ti proizvodi su u potpunosti ekološki prihvatljivi, 100% bez plastike, 100% biorazgradivi i kompostirajući u roku do 100 dana a sve prema „Direktivi (EU) 2019/904 o smanjenju utjecaja određenih plastičnih proizvoda na okoliš“ kao i Hrvatskog zakonodavstva od 01.01.2022. godine o zabrani plastike za jednokratnu upotrebu uz naglasak na održivost i kružno gospodarstvo. Svi proizvodi su zdravstveno ispitani od strane Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Dr. Andrija Štampar, te Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (HZJZ) a isto su popraćeni različitim certifikatima kvalitete, sigurnosti i održivosti kao što su: FCS, BSCI, SGS, CTT. Isto tako dio proizvoda zaštićen je kroz intelektualno vlasništvo (WIPO, EUIPO) na razini Europske unije, Bosne i Hercegovine te Srbije. Svi proizvodi su novost na tržištu, a karakterizira ih njihova čvrstoća, oština, nepostojanje mirisa, okusa, termostabilnost i ekološka prihvatljivost jer se razgrade u roku do 100 dana.

**Ključne riječi:** Jednokratni papirnati pribor za jelo**Abstract**

Considering the news on the market in the field of disposable cutlery (spoon, fork, knife), dessert utensils (ice cream spoons, yogurts, desserts, cakes, cheese sticks, prosciutto, etc., and coffee stirrers) made of 9-layers of certified food paper as well as disposable wooden cutlery 3in1 (fork + knife = chopstick). All these products are completely environmentally friendly, 100% plastic-free, 100% biodegradable and compostable within up to 100 days, and all according to "Directive (EU) 2019/904 on reducing the impact of certain plastic products on the environment" as well as Croatian legislation from 01.01. .2022. on the banning of single-use plastics with an emphasis on sustainability and circular economy. All products have been health tested by the Teaching Institute for Public Health Dr. Andrija Štampar, and the Croatian Institute of Public Health (HZJZ) and are also accompanied by various certificates of quality, safety and sustainability such as: FCS, BSCI, SGS, CTT. Likewise, part of the product is protected through intellectual property (WIPO, EUIPO) at the level of the European Union, Bosnia and Herzegovina and Serbia. All products are new on the market, and they are characterized by their strength, sharpness, absence of smell, taste, thermostability and ecological acceptability, as they decompose within up to 100 days.

**Keywords:** Disposable paper cutlery

## INDIVIDUALIZIRANE APLIKACIJE NA GITARAMA I NJIHOV UTJECAJ NA PERFORMANSE

## INDIVIDUALIZED APPLICATIONS ON GUITARS AND THEIR IMPACT ON PERFORMANCE

Željko Toth<sup>1</sup>, Irena Bates<sup>2</sup>, Tajana Koren Ivančević<sup>2</sup>, Kristian Jambrošić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Obrtnička i industrijska graditeljska škola; zeljko.toth@skole.hr

<sup>2</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; irena.bates@grf.unizg.hr

<sup>3</sup>University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering and Computing, Zagreb, Croatia

### Sažetak

U ovom radu se istražuju mogućnosti individualiziranog ukrašavanja gitara i utjecaj takvog ukrašavanja na same performanse gitara. U istraživanju se razmatraju tri načina apliciranja grafika na gitare. Tehnikom ručnog oslikavanja uljanim bojama na akrilnu podlogu, otiskivanjem sitotiskom, te transfer tehnikom prijenosom laserski otisnute grafike na gitaru. Odabire se način apliciranja grafike na gitaru i utjecaj takvog ukrašavanja na same performansu gitare. Prije apliciranja uzorka na gitare snima se audio uzorak i izvode mjerenja. Računalom se istovremeno izvodi spektralna analiza putem brzih Fourierovih transformacija frekvencije uzorkovanja i frekvencijskog opsega. Mjeri se razlika viših harmonika. Uspoređuju se podaci i audio uzorci dobiveni prije i nakon apliciranja. Istraživanje je koncipirano u dvije cjeline; odabir tehnike oslikavanja gitare i sam otisak, te analiza utjecaja otiska na zvučne karakteristike (performanse) gitare.

**Ključne riječi:** sitotisak, muzički instrument - gitara, snimanje zvuka, spektralna analiza zvuka

### Abstract

This paper explores the possibilities of individualized guitar decoration and the impact of such decoration on the performance of guitars. The research considers three ways to apply graphics to guitars. Using the technique of hand painting with oil paints on an acrylic surface, silkscreen printing and transfer technique by transferring laser printed graphics to the guitar. The method of applying graphics to the guitar and the influence of such decoration on the performance of the guitar are selected. Before applying the sample to the guitars, an audio sample is recorded and measurements are performed. The computer simultaneously performs spectral analysis via rapid Fourier transforms of sampling frequency and frequency range. The difference of higher harmonics is measured. Data and audio samples obtained before and after application using screen printing technique are compared. The research is conceived in two units; selection of guitar painting techniques and the imprint itself and analysis of the impact of the print on the sound characteristics (performance) of the guitar.

**Keywords:** screen printing, music instrument - guitar, sound recording, spectral audio signal processing

## UTJECAJ MEDIJA PRI ODABIRU BOJE AUTOMOBILA

### THE INFLUENCE OF THE MEDIA WHEN CHOOSING THE COLOR OF A CAR

Lidija Mandić<sup>1</sup>, Jesenka Pibernik<sup>1</sup>, Ana Agić<sup>1</sup>, Jurica Dolić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphic Arts, Zagreb, Croatia; lidija.mandic@grf.unizg.hr

#### Sažetak

U današnje vrijeme potrošač je svakodnevno izložen i zasićen raznim reklamama iz svih izvora medija. Zbog toga proizvođači moraju temeljito istražiti navike svojih ciljanih skupina. Proizvođači se općenito služe psihologijom boja, metodama konstantnog ponavljanja i raznim drugim metodama kako bi zadobili pažnju i utjecaj na potrošača. Istraživački dio je proveden putem online ankete. Plan istraživanja je temeljen na odabranim modelima automobila, a stvarnim reklamama putem ankete istražen je koliki je utjecaj medija na odabir boje prilikom kupovine automobila. U anketi za odabrane automobile prvo je prikazan video zapis sa bojom koju je proizvođač odabrao za predstavljanje. Zatim su postavljena pitanja bila takva da bi se vidjelo koliko je bitna boja u odabiru automobila pri kupovini. Na samom kraju ankete ponuđene su slike sa najčešćim bojama automobila, skupa sa bojom iz reklame, kako bi se vidjelo da li je proizvođač, putem reklame, uspio utjecati na osobu prilikom odabira boje.

**Ključne riječi:** boja, automobil, mediji, marketing

#### Abstract

Nowadays the consumer is exposed and saturated daily with various advertisements from all media sources. For this reason manufacturers need to thoroughly explore the habits of their target groups. Manufacturers generally use color psychology, constant repetition methods and various other methods to gain attention and influence on the consumer. The research part was conducted through an online survey. The research plan was based on the selected car models and the actual advertisements. The survey investigated the impact of the media on color choices when buying a car. The selected car survey was first showed a video with the color that the manufacturer has selected for presentation. Then the questions were asked to see how important color is when choosing a car to buy. At the very end of the survey, pictures with the most common car colors were offered, together with the color from the advertisement, in order to see if the manufacturer, through the advertisement, managed to influence the person when choosing a color.

**Keywords:** color, automobile, media, marketing

## UTJECAJ MIKROINTERAKCIJA U OBRASCIMA ZA REGISTRACIJU NA KORISNIČKO ISKUSTVO

### THE INFLUENCE OF MICROINTERACTIONS IN REGISTRATION FORMS ON USER EXPERIENCE

Jurica Dolić<sup>1</sup>, Helena Klepo<sup>1</sup>, Jesenka Pibernik<sup>1</sup>, Lidija Mandić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; jurica.dolic@grf.unizg.hr

#### Sažetak

Proces registracije korisnika na on-line uslugu često predstavlja važan korak u pretvaranju posjetitelja web stranice u stalnog korisnika usluge ili kupca. Međutim, loše dizajnirani obrasci za registraciju mogu dovesti do frustracija i rezultirati prekidom procesa registracije. U ovom radu istražuje uporaba mikrointerakcija u registracijskim obrascima u svrhu poboljšanja upotrebljivosti i ukupnog korisničkog iskustva. Mikrointerakcijama se pružaju sitni detalji koji mogu utjecati na performanse i cjelokupno iskustvo korištenja korisničkih sučelja.

U eksperimentalnom dijelu testirana su tri interaktivna prototipa registracijskih obrazaca: bez mikrointerakcija, s mikrointerakcijama usmjerenim na funkcionalni aspekt sučelja i s mikrointerakcijama usmjerenim na funkcionalne i afektivne aspekte korisničkog sučelja. Za testiranje uporabljivosti registracijskih obrazaca korištena je metoda analize zadataka, a za mjerenje korisničkog iskustva korišten je standardizirani upitnik User Experience Questionnaire. U usporedbi s registracijskim obrascem bez mikrointerakcija, oba obrasca s mikrointerakcijama imala su bolje rezultate za vrijeme izvršavanja zadatka i broj pogrešaka, kao i više ocjene za korisničko iskustvo za svaku od mjerenih kategorija.

**Ključne riječi:** mikrointerakcije, registracijske forme, korisničko iskustvo, uporabljivost

#### Abstract

The process of user registration to an online service often represents an important step in converting a website visitor to a regular user or customer. However, poorly designed registration forms can lead to frustrations and result in the abortion of the registration process. This paper explores the use of microinteractions in registration forms for the purpose of improving usability and overall user experience. Microinteractions provide small details that can impact the performance and overall experience of using user interfaces.

In the experimental part, three interactive prototypes of registration forms were tested: without microinteractions, with microinteractions focused on functional aspect of the interface and with microinteractions focused on both functional and affective aspects of the user interface. Task analysis method was used to test the usability of the forms. and User Experience Questionnaire was used to measure the user experience. Compared to the registration form without microinteractions, both forms featuring microinteractions had better performance for task completion time and number of errors as well as higher scores for user experience for every category.

**Keywords:** microinteraction, registration forms, user experience, usability

## DIZAJN WEB STRANICA ZA DNEVNI I NOĆNI NAČIN RADA

## WEB PAGE DESIGN FOR DARK AND LIGHT MODE

Vladimir Stanisavljević<sup>1</sup>, Sara Vukman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University North, Varaždin, Croatia; vladost@unin.hr

### Sažetak

Suvremeni stolni i mobilni operacijski sustavi omogućuju korisnicima da zadaju svoje preferencije boja i osvjetljenja za prikaz sadržaja u radnom okruženju obično u ovisnosti o vanjskom osvjetljenju ili dobu dana. Slična podrška postoji u novijim internetskim preglednicima te u HTML standardima. Te načine rada obično zovemo dnevnim (svijetlim) ili noćnim (tamnim) načinom rada. U dnevnom načinu rada u aplikacijama ili na web stranicama u pozadini obično dominiraju svijetle boje, dok je tekst i ostalo istaknuto u prednjem planu tamnije. Za noćni način rada vrijedi otprilike obratno. Za boje koje su između krajnje tamnih i svijetlih treba također razmotriti koje su prikladnije za oba načina prikaza. Osim toga, u ovom radu prikazat će se kako se tehnički informacija o preferiranom načinu rada može koristiti u izvedbi web stranica. Sa stanovišta dizajna, razmatraju se osnovne pretpostavke materijalnog dizajna za pojedini način rada te se predlažu neke dobre prakse konverzije iz jednog u drugi način rada. Dodatno se analiziraju i mogućnosti automatizirane konverzije boja. Na primjeru demo web stranice pokazana je primjena prikazanih načela. Zaključno je napravljen i kratak osvrt na trenutno stanje prilagodbe za dvojni rad nekih posjećenijih stranica iz hrvatskog web prostora.

**Ključne riječi:** HTML5, dnevni i noćni način rada, materijalni dizajn

### Abstract

Contemporary desktop and mobile operating systems allow users to set their preferences for colour and lightning for rendering content of the working environment. That typically depends on external lightning or time of a day. Similar enabling technologies exist inside all modern internet browsers and HTML standards as well. These two typical appearances are called light and dark modes. Within the light mode, applications and web pages prefer displaying content with lighter background and frontend with darker text and accent colours. For the dark mode colours are reversed. For internym colours there are choices that are well suited for both modes. Furthermore, some technical aspects of using mode information in coding web pages will be presented. From a design point of view, basics of material design for each mode will be shown, along with some best practices for converting from one mode to another. Some options of programmatic conversions are analysed. The concepts are implemented on a demo web page. Finally, current state of adaptation of the dual mode for some Croatian web sites is presented.

**Keywords:** HTML5, light and dark mode, material design

## POSTIZANJE REALIZMA DRUGOG REDA U NAPREDNIM RAČUNALNIM 3D ANIMACIJAMA

### ACHIEVING SECOND-ORDER REALISM IN ADVANCED 3D COMPUTER ANIMATIONS

Marta Jagačić<sup>1</sup>, Alan Divjak<sup>2</sup>, Jana Žiljak Gršić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zagreb University of Applied Sciences, Zagreb Croatia; mar.jagacic@gmail.com

<sup>2</sup>Algebra University College, Zagreb, Croatia; alan.divjak@algebra.hr

#### Sažetak

Izrada računalnih 3D animacija dugotrajan je, opsežan i kompleksan posao koji zahtjeva dobro poznavanje i korištenje tehnika 3D modeliranja, teksturiranja, osvjetljenja, animiranje likova, renderiranje, obradu i montažu. U radu je prikazan proces izrade jedne takve animacije gdje je kao tema odabran "Gavran" Edgara Allana Poea, dok je animacija vizualno inspirirana djelima redatelja Tima Burtona, uz naglašavanje postizanje realizma drugog reda. Detaljnost i vizualna vjernost animacije uvjetuje korištenje teseliranih površina, hijerarhijskih struktura objekata i naprednih efekata kao što je generiranje i renderiranje kose, te simulacije odjeće. Osvjetljenje je realizirano višestrukim izvorima svjetlosti uz simulaciju difuzne inter-refleksije kao odabranog moda transporta svjetlosti na sceni. Kinematika likova ostvarena je stvaranjem i manipulacijom animacijskih Bezierovih krivulja koje upravljaju skeletalnim sustavom lika. Napravljena je optimizacija parametara renderiranja temeljem analize kvalitete slike. Rezultat je visokokvalitetna, atmosferska animacija koja demonstrira mogućnosti kreiranja vizualnog sadržaja korištenjem naprednih mogućnosti računalnih alata za 3D grafiku.

**Ključne riječi:** 3D animacija, renderiranje, realizam, modeliranje

#### Abstract

Creating 3D animations is a long, extensive, and complex task that requires good knowledge and use of 3D modelling, texturing, lighting, character animation, rendering, processing and editing techniques. The paper shows the process of making one such animation, where "The Raven" by Edgar Allan Poe was chosen as the theme, while the animation was visually inspired by the works of director Tim Burton, emphasizing the achievement of second-order realism. The detail and visual fidelity of the animation is conditioned using tessellated surfaces, hierarchical object structures and advanced effects such as hair generation and rendering, and clothing simulation. Lighting is realized by multiple light sources with the simulation of diffuse inter-reflection as the chosen mode of light transport on the scene. The kinematics of the characters is achieved by creating and manipulating the animation Bezier curves that control the skeletal system of the character. Rendering parameters were optimized based on image quality analysis. The result is a high-quality, atmospheric animation that demonstrates the possibilities of creating visual content using the advanced capabilities of software tools for 3D graphics.

**Keywords:** 3D animation, rendering, realism, modelling

## TEHNOLOŠKA UNAPREĐENJA POTROŠAČKIH STEREOLITOGRAFSKIH 3D PRINTERA

### TECHNOLOGICAL ADVANCEMENT OF CONSUMER STEREOLITHOGRAPHIC 3D PRINTERS

Alan Divjak<sup>1</sup>, Mile Matijević<sup>2</sup>, Krunoslav Hajdek<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Algebra University College, Zagreb, Croatia; alan.divjak@algebra.hr

<sup>2</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; mile.matijevic@grf.hr

<sup>3</sup>University North, Varaždin, Croatia; krunoslav.hajdek@unin.hr

#### Sažetak

Stereolitografija je jedna od samo dvije tehnologije 3D tiska koje su dostupne u segmentu potrošačkih 3D printera. Odlikuje je velika brzina, odlična kvaliteta površine i iznimno visoka rezolucija. Profesionalni segment stereolitografskih 3D printera koristi brojne tehnologije i procese kako bi kvaliteta izrade modela i pouzdanost rada uređaja bili na adekvatnoj razini. Mogućnosti potrošačkih 3D printera temeljenih na ovoj tehnologiji uvjetovani su nižom cijenom uređaja i tradicionalno nisu mogli konkurirati profesionalnim rješenjima. Međutim, u posljednjih nekoliko godina pojavio se značajan broj novih tvrtki koje razvijaju jeftinije stereolitografske 3D printere i međusobna konkurencija dovela je do ubrzanog razvoja mogućnosti tih 3D printera. Ubrzani tehnološki razvoj i akvizicija profesionalnih rješenja doveli su do zavidnih mogućnosti posljednje generacije potrošačkih stereolitografskih 3D printera. U radu je napravljena analiza trenutnog stanja tržišta ovih 3D printera i tehnoloških rješenja koja ih omogućavaju. Napravljen je pregled i kategorizacija dostupnih uređaja obzirom na tehničke mogućnosti i nova tehnološka rješenja koja omogućavaju postizanje profesionalne razine kvalitete.

**Ključne riječi:** stereolitografija, LCD, DLP, 3D tisak

#### Abstract

Stereolithography is one of only two 3D printing technologies available in the consumer 3D printer segment. It is characterized by high speed, excellent surface quality and extremely high resolution. The professional segment of stereolithographic 3D printers uses numerous technologies and processes to ensure that the quality of the produced models and the reliability of the machines are at an adequate level. The capabilities of consumer 3D printers based on this technology are dictated by the lower price of the machines, and traditionally they could not compete with professional solutions. However, in the last few years, a significant number of new companies have appeared that develop low-cost stereolithographic 3D printers, and increased competition has led to the accelerated development of the capabilities of these 3D printers. Accelerated technological development and the implementation of professional solutions have led to the enviable capabilities of the latest generation of consumer stereolithographic 3D printers. The paper analyses the current state of the market for these 3D printers and the technological solutions that enable them. An overview and categorization of the available devices was made regarding technical possibilities and new technological solutions that enable the achievement of a professional level of quality.

**Keywords:** stereolithography, LCD, DLP, 3D printing

**INTELEKTUALNO VLASNIŠTVO U GRAFIČKOM DIZAJNU:  
STUDIJA SLUČAJA DIZAJNA HRVATSKIH EURO KOVANICA****INTELLECTUAL PROPERTY IN GRAPHIC DESIGN: CASE STUDY  
OF CROATIAN EURO COINS DESIGN**

Tomislav Hudika<sup>1</sup>, Tomislav Cigula<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; thudika@grf.hr

**Sažetak**

Od 1. srpnja 2013. Hrvatska je dio Europske unije. Hrvatska je 2003. godine podnijela zahtjev za članstvo u EU kako bi bila sastavni dio zajedničkog tržišta EU sa svim svojim dobrima, pravilima i propisima. Hrvatska je 14. srpnja 2020. pristupila ERM II, odnosno Europskom tečajnom mehanizmu, kao i Bankarskoj uniji, što je bila uvertira u posljednji korak prije uvođenja eura i ulaska u eurozonu. Sadašnja hrvatska valuta zove se Hrvatska kuna (HRK) i uvedena je 1994. godine, zamijenivši hrvatski dinar (HRD), koji je bio tranzicijska valuta nakon izlaska iz Jugoslavije. Naziv kuna ima povijesno značenje i odnosi se na životinju "kuna" što znači korištenje kune kože kao vrijednosti u srednjovjekovnoj trgovini. Ulaskom u eurozonu Hrvatska je dobila pravo dizajna prigodne kovanice eura u sklopu ceremonije "dočeka". Hrvatska narodna banka raspisala je javni poziv za dizajn kovanica s motivima koji uključuju neke obvezne elemente. Nakon odabira dizajna i njegove objave, krenula je polemika jer se pokazalo da prvonagrađeni dizajn uključuje motive koji dovode do povrede intelektualnog vlasništva. Jedan od autora optužen je za korištenje slike kune za koju nema zakonsko pravo korištenja. Ovaj je rad studija slučaja dizajna odabranih autora s komentarom o intelektualnom vlasništvu.

**Ključne riječi:** Intelektualno vlasništvo, EURO, Kuna, valuta, dizajn

**Abstract**

Since July 1st, 2013., Croatia has been part of the European Union. Croatia applied in 2003 for an EU membership to be an integral part of the EU joint market with all its assets, rules and regulations. On July 14th, 2020., Croatia joined the ERM II, or European Exchange rate mechanism as well as the Banking Union which was overture to the last step before introducing Euro currency and joining the Eurozone. The current Croatian currency is called Hrvatska Kuna (HRK) and was introduced in 1994, by replacing Croatian Dinar (HRD), which was transition currency after leaving Yugoslavia. The name Kuna has a historical meaning and refers to an animal "marten" meaning use of marten pelts as value in medieval trading. With joining the Eurozone, Croatia was given rights to design a commemorative Euro coin as a part of "welcoming" ceremony. The Croatian national bank made public call for the coins design with motives including some obligatory elements. After choosing the design and making it public, the controversy started as it appeared that the first prize design included motive which leads to infringement of the intellectual property. One of the authors was accused of using an image of the marten for which he does not have the legal right to use. This paper is a case study of the designs used by the selected authors with a commentary regarding the intellectual property.

**Keywords:** Intellectual property, Euro, Kuna, Currency, design



## **PRIMJENA PRINCIPA UPRAVLJANJA PROJEKTOM ZA POBOLJŠANJE KVALITETE GRAFIČKOG PROIZVODA**

### **APPLICATION OF PROJECT MANAGEMENT PRINCIPLE TO IMPROVE QUALITY OF GRAPHIC PRODUCTS**

Diana Milčić<sup>1</sup>, Tomislav Cigula<sup>1</sup>, Adisa Vučina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; dmilcic@grf.hr

<sup>2</sup>University of Mostar Faculty of Mechanical Engineering, Mostar, Bosnia and Herzegovina

#### **Sažetak**

Razvoj informacijske tehnologije i njezina implementacija doveli su do značajnih promjena u tiskarskoj industriji. Iako je uvođenje digitalnog tiska prva pomisao kada se razmišlja o brzom obradi tiskarskog posla, implementacija informacijske tehnologije ubrzava i procese analognog tiska. Bez obzira na korištenje rezultirajući proces ispisa, kvaliteta grafičkog proizvoda glavna je briga u odnosu između tiskare i kupca. Kao prvo, tiskare i kupci moraju definirati razinu kvalitete koja će biti prihvatljiva za obje strane. Drugo, od tiskara se očekuje da definiraju radne procese i tijek rada koji će biti djelotvorni i učinkoviti, uzeti u obzir održivost i rezultirati očekivanom razinom kvalitete. Jedno od mogućih rješenja navedenog izazova je pristup grafičkom proizvodu kao projektu. To će dovesti do implementacije načela i elemenata upravljanja projektima na svaki proizvod. Na taj način bolje se promatraju procesi rada, a kontrola kvalitete provodi se u procesu, a ne samo na krajnjem proizvodu. Nadalje, ovaj pristup omogućuje bolju analizu procesa što dovodi do veće učinkovitosti i poboljšanja kulture kvalitete u cijeloj tiskari. Kao posljedica toga, to bi također dovelo do boljeg odnosa s kupcima.

**Ključne riječi:** upravljanje projektom, kvaliteta grafičkog proizvoda

#### **Abstract**

Development of the information technology and its implementation led to significant changes in the printing industry. Although introduction of digital printing is the first thought when thinking of fast processing of the printing job, implementation of information technology is speeding up analog printing processes as well. Regardless of the resulting printing process used, the quality of the graphic product is major concern in the printer-customer relationship. At first, printing companies and customers need to define a quality level that will be acceptable to both parties. Secondly, printing companies are expected to define work processes and workflow that will be effective and efficient, will take sustainability into account, and will result with the expected quality level. One of the possible solutions to the mentioned challenge is to approach the graphic product as to a project. This will lead to implementation of the principles and elements of project management to each product. In this way the work processes are better observed, and quality control is implemented in the process, not only on the end-product. Furthermore, this approach enables better analysis of the process leading to higher efficiency and improving quality culture throughout the printing company. As a consequence, this would lead to better customer relationships as well.

**Keywords:** project management, graphic product quality

## UTJECAJ NANOKOMPOZITNIH PREMAZA I UBRZANOG STARENJA NA DETEKCIJU DFT VODENOG ŽIGA

### DFT WATERMARK DETECTION DEPENDING ON THE NANOCOMPOSITE COATINGS AND ACCELERATED AGEING

Tomislav Cigula<sup>1</sup>, Petar Branislav Jelušić<sup>1</sup>, Marina Vukoje<sup>1</sup>, Daria Mustić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; tcigula@grf.hr

#### Sažetak

Zbog krivotvorenja, zaštita slika je prisutna u digitalnoj, ali i materijalnoj domeni. Primarni cilj kopiranja je prodaja krivotvorene robe, no kako je ambalaža prva u interakciji s kupcem, borba protiv krivotvorenja se odvija i na razini pakiranja. Jedno od rješenja u zaštiti otisnutih informacija je digitalni vodeni žig. U implementaciji vodenog žiga postoje dva glavna izazova, jedan je učiniti ga detektabilnim, a drugi da ostane nevidljiv, tj. bez vidljivih artefakata. Kako ambalaža mora biti atraktivna, proizvodnja ambalaže često uključuje premazivanje za poboljšanje estetskih i funkcionalnih svojstava. Cilj ovog rada je utvrditi utjecaj nanokompozitnih premaza i ubrzanog starenja na detekciju vodenog žiga. Za potrebe istraživanja, kartonska ambalaža s implementiranim vodenim žigom će se premazati nanokompozitima i izložiti ubrzanom starenju izazvanom UV svjetlom. Pripremljeni uzorci bit će ocijenjeni procjenom detekcije vodenog žiga i vizualnom procjenom otisnutih slika izloženih ubrzanom starenju. Očekuje se da će primijenjeni nanokompoziti povećati otpornost slike prema ubrzanom starenju izazvanom UV zračenjem uz očuvanje detekcije vodenog žiga.

**Ključne riječi:** Digitalni vodeni žig, nanokompozitni premaz, ubrzano starenje

#### Abstract

Due to the counterfeiting, image protection is present in the material as well as in the digital domain. Primary goal of copying is selling the counterfeit goods, but as packaging is the first interaction with the buyer, the battle against counterfeiting is taking place at the packaging level as well. One of the solutions in protection of the printed information is digital watermarking. In the implementation of watermarking there are two main challenges, one is to make it detectable, and the other staying invisible, i.e. without visible artefacts. As the packaging must be attractive, the packaging production often includes coating to enhance aesthetics and functional properties. The aim of this paper is to determine the influence of the nanocomposite coatings and accelerated ageing on the watermark detection. For that purpose, the cardboard packaging with implemented watermark in image will be coated with nanocomposites and exposed to UV light induced accelerated ageing. The prepared samples will be evaluated by assessing watermark detection rate and by visual assessment of printed images exposed to accelerated ageing. It is expected that the applied nanocomposites will enhance image resistance to UV induced accelerated ageing while preserving detection rate of the watermark.

**Keywords:** watermarking, nanocomposites coating, accelerated ageing

## TIPOGRAFSKI PORTRETI ZA DIZAJN I SIGURNOSNU GRAFIKU

### TYPOGRAPHIC PORTRAITS FOR DESIGN AND SECURITY GRAPHICS

Jana Žiljak Gršić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zagreb University of Applied Sciences, Zagreb, Croatia; jana@tvz.hr

#### Abstract

The paper shows portraits created from letters. The letters vary in cut, color, and tone, and in total, they form a pictorial representation of a person. The portrait text can contain a message or personal details. The application of these portraits is possible in the design of visual communications, but also security graphics. Portraits can be visible or in the infrared spectrum. Portraits in security graphics are made of micro text. Each letter becomes one raster point. Additional security is ensured by personal data such as date of birth, and place of birth written in micro text. Portraits can be the background of a personal image in the visible part of the spectrum, while a typographic portrait of the same person can be read in the infrared part of the spectrum. Letter characters integrated into a person's image in this way, i.e. the creation of text that forms characteristic facial features, provide new security solutions.

Typographic portraits can be enlarged to poster size and then we get an attractive design solution realized in the form of computer graphics. These solutions attract attention because they motivate us to read the text or the message they contain.

**Keywords:** Typography, portrait, design, security graphics

## IZAZOVI I MOGUĆNOSTI U PODUČAVANJU NAKON COVID-19 PANDEMIJE : AKTIVNOSTI USMJERENE NA STUDENTE

### CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN TEACHING AFTER COVID-19 PANDEMIC: STUDENT CENTERED ACTIVITIES

Katarina Itrić Ivanda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; katarina.itric.ivanda@grf.unizg.hr

#### Sažetak

Pandemija Covid-19 donijela nam je brojne izazove koje moramo prevladati, ne samo u svakodnevnim aktivnostima već i u obrazovanju. Zbog toga je bilo potrebno prilagoditi nastavni proces i primijeniti alternativne oblike učenja na daljinu. Prenos znanja tek je prvi izazov, dok je određivanje razine znanja puno zahtjevnije. Ispitivanje studenata u online okruženju oduzima puno vremena. Kako bi si olakšali posao, profesori su se fokusirali na pitanja višestrukog izbora u online kvizovima koja, ako nisu dobro sastavljena, ne otkrivaju stvarnu razinu znanja. Iako učenje na daljinu ima neke prednosti, posljedica ostavljanja studenata kod kuće u tako dugom vremenskom intervalu nije utjecala samo na njihovo znanje već i na njihove socijalne vještine, razvoj logičkog mišljenja, kao i nedostatak koncentracije. Svi ovi izazovi određuju način na koji poučavamo u razdoblju nakon pandemije. U tom pogledu uloga profesora važnija je nego ikad prije. Nastavnik mora ne samo prenositi informacije, već i aktivno uključiti studente, tako da oni ne budu samo promatrači, već aktivni sudionici nastavnog procesa. U članku će se detaljno objasniti aktivnosti usmjerene na studenta u kolegijima primijenjene fizike s ciljem omogućavanja uvida u slične strategije učenja u drugim područjima grafičke tehnologije.

**Ključne riječi:** nastava, covid-19, aktivnosti usmjerene na studente

#### Abstract

Covid-19 pandemic brought us numerous challenges to overcome, not only in everyday activities but also in education. As a result, the teaching process had to be adapted, and alternative forms of distance learning had to be applied. Transferring knowledge is only the first challenge, while determining the level of knowledge is much more demanding. Examining students in an online environment is time consuming. In order to make things easier, the teachers focused on multiple-choice questions in online quizzes that, if not composed well, do not reveal the actual level of knowledge. Although distance learning has some advantages, the overall consequence of leaving students at home for such a long period affected not only their knowledge but also their social skills, development of logical thinking, as well as lack of concentration. These arising issues determine the way we teach in the post pandemic era. In this regard, the role of the teacher is more important than ever before. The teacher must not only deliver the information, but at the same time actively involve students, so that they are not mere observers but active participants in the teaching process. In the article, student centred activities in applied physics courses will be explained in detail with the aim of enabling insight into similar learning strategies in other courses.

**Keywords:** teaching, COVID-19, student centered activities

## KVANTITATIVNA ANALIZA VON BEZOLDOVOG EFEKTA U GRAFIČKOJ KOMUNIKACIJI

### QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE VON BEZOLD EFFECT IN GRAPHIC COMMUNICATION

Ivan Budimir<sup>1</sup>, Tomislav Cvrtila<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; ibudimir@grf.hr

#### Sažetak

U radu se analizira Von Bezoldov efekt u kojem se manifestira kromatska asimilacija koja pojavnosti boje stimulusa pomiče prema boji pozadine koja ga okružuje. Efekt je prvi put otkrio i opisao njemački fizičar Wilhelm von Bezold (1837.-1907.) koji je primijetio da promjena samo jedne boje u uzorku koji sadrži više boja može potpuno promijeniti percepciju čitave kompozicije kao i doživljaj svih boja. U ovom radu su prezentirani rezultati psihofizičkog vizualnog eksperimenta u kojem je testiran učinak Von Bezoldovog efekta na originalno dizajniranim uzorcima. U eksperimentu je sudjelovalo 30 ispitanika obaju spolova koji su ocjenjivali jačinu Von Bezoldovog efekta na danim uzorcima. Na uzorcima su konstruirani stimulusi u obliku slova T koji se nalazi na dvije podloge različitih boja. Slova su pokrivena tankim prugama koje su obojane bojom suprotne podloge. Eksperimentom je utvrđen vrlo jak učinak Bezoldovog efekta na opisanim uzorcima koji je potvrđen i statističkom analizom.

**Ključne riječi:** Von Bezoldov efekt, vizualni efekti, kromatska asimilacija, statistička analiza

#### Abstract

The paper analyzes the Von Bezold effect, in which chromatic assimilation is manifested, which shifts the appearance of the color of the stimulus according to the color of the surrounding background. The effect was first discovered and described by the German physicist Wilhelm von Bezold (1837-1907), who noticed that changing just one color in a sample containing several colors can completely change the perception of the entire composition as well as the experience of all colors. This paper presents the results of a psychophysical visual experiment in which the Von Bezold effect was tested on originally designed samples. 30 respondents of both sexes took part in the experiment and evaluated the strength of the Von Bezold effect on the given samples. Stimuli in the shape of the letter T are constructed on the samples, which are located on two substrates of different colors. The letters are covered with thin stripes that are painted in the color of the opposite background. The experiment established a very strong effect of the Bezold effect on the described samples, which was also confirmed by statistical analysis.

**Keywords:** Von Bezold effect, visual effects, chromatic assimilation, statistical analysis

## UTJECAJ PARAMETARA FDM ADITIVNOG POSTUPKA NA VLAČNU ČVRSTOĆU BIO-RAZGRADIVOG PLA POLIMERA

### INFLUENCE OF FDM ADDITIVE PROCESS PARAMETERS ON TENSILE STRENGTH OF BIO-DEGRADABLE PLA POLYMER

Sanja Šolić<sup>1</sup>, Zdravko Schauerl<sup>2</sup>, Marija Kolenko<sup>2</sup>, Nenad Drvar<sup>3</sup>, Amir Ćatić<sup>4</sup>

<sup>1</sup>University North, Varaždin, Croatia; ssolic@unin.hr

<sup>2</sup>Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Zagreb, Croatia; zdravko.schauerl@fsb.hr

<sup>4</sup>Topomatika d.o.o.; n.drvar@topomatika.hr

<sup>5</sup>UniZg School of Dental Medicine; University Hospital Center Zagreb; catic@sfzg.hr

#### Sažetak

Aditivna proizvodnja obuhvaća skup tehnologija kojima se iz CAD modela izrađuju predmeti dodavanjem materijala sloj po sloj, nasuprot klasičnim tehnologijama proizvodnje gdje se odnošenjem materijala rezanjem postiže konačni oblik proizvoda. Na taj način se omogućuje proizvodnja geometrijski zahtjevnih proizvoda koje je vrlo teško ili gotovo nemoguće izraditi klasičnim postupcima po prihvatljivoj cijeni. Polilaktička kiselina je biorazgradivi polimer s monomerom mliječne kiseline koji se dobiva iz obnovljivih izvora (npr. šećerna trska, kukuruzni škrob, itd.). Zbog toga je ekološki najprihvatljiviji materijal za aditivnu proizvodnju u usporedbi s ostalim polimerima na bazi ugljikovodika. Najčešće se koristi u području medicine, tekstilne industrije te ambalaže. U ovom radu ispitan je utjecaj parametara FDM postupka (temperatura komore, temperatura mlaznice i visina sloja) na mehanička svojstva 3D tiskanih PLA uzoraka koji su izrađeni i ispitani prema normama HRN EN ISO 527-1:2012 i HRN EN ISO 527-2:2012 za polimerne materijale. Dobiveni rezultati statistički su obrađeni ANOVA testom. Analiza rezultata pokazala je kako primijenjeni parametri nemaju statistički značajan utjecaj na vlačnu čvrstoću, granicu razvlačenje i modul elastičnosti PLA te se u ispitivanim okvirima parametri mogu mijenjati s ciljem optimiranja procesa proizvodnje bez utjecaja na mehanička svojstva izratka.

**Ključne riječi:** FDM parametri, PLA, ANOVA, mehanička svojstva

#### Abstract

Additive manufacturing includes a set of technologies that create objects from CAD models by adding material layer by layer, as opposed to classic production technologies where the final shape of the product is achieved by cutting the material away. In this way, it is possible to produce geometrically very demanding products that would be very difficult or almost impossible to produce by conventional technologies at an acceptable price. PLA is a biodegradable polymer with lactic acid monomer obtained from renewable sources (e.g. sugar cane, etc). This is why it is the most environmentally friendly material for additive manufacturing compared to other petroleum-based polymers. It is mostly used in the medicine, textile industry and packaging. In this paper, the influence of the FDM process parameters (chamber and nozzle temperature and layer height) on the mechanical properties of 3D printed PLA samples made and tested according to HRN EN ISO 527-1:2012 and HRN EN ISO 527-2:2012 standards were examined. The obtained results were statistically processed with the ANOVA test. The analysis of the results showed that the applied parameters do not have a statistically significant effect on the mechanical properties of PLA, and in the examined frames the parameters can be changed for optimization of the production process without affecting the mechanical properties of the workpiece.

**Keywords:** FDM parameters, PLA, ANOVA, mechanical properties

## VIZUALNA INTERPRETACIJA ANALOGNOG I DIGITALNOG INFORMACIJSKOG SADRŽAJA POMORSKIH KARATA

### VISUAL INTERPRETATION OF ANALOG AND DIGITAL INFORMATION CONTENT

Tonči Jeličić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hydrographic institute of the Republic of Croatia, Split, Croatia; tjelicic@hhi.hr

#### Sažetak

Pomorske navigacijske karte dijelimo na klasične - papirnatu i digitalnu - elektroničku. U oba slučaja zapravo se radi o vizualnoj interpretaciji informacijskog sadržaja neophodnog za ispunjavanje osnovne namjene pomorske karte - osiguranje informativnog segmenta sigurnosti plovidbe. Razvoj grafičke tehnologije uvelike je odredio i razvoj pomorske kartografije, posebno izdavačko-tiskarske djelatnosti. Dominantna tehnika reprodukcije 20. stoljeća je bio ofsetni tisak, dok je kraj 20. stoljeća obilježen primjenom digitalnih tiskarskih tehnika. Razdoblje koje obilježava početak prijelaza iz analogne u digitalnu pomorsku kartografiju su 1970-e godine kad nastaje koncept elektroničke pomorske karte. Pojam elektronička pomorska karta općenito obuhvaća informacijski sadržaj, softver i elektronički sustav za prikaz. Po vrsti digitalnog zapisa dijele se na rasterske i vektorske. Standardizirane su prema sadržaju, strukturi, formatu, te prikazu i ponuđenim navigacijskim funkcijama. Izvori informacijskog sadržaja papirnatih i elektroničkih pomorskih karata karte se razlikuju prema primjenjenom hidrografskom izvorniku - analognom ili digitalnom. Dok su izvori informacijskog sadržaja za elektroničke karte u početku bili dijelom iz digitaliziranih analognih papirnatih karata, sadašnje stanje je upravo obrnuto - digitalne baze podataka mogu služiti kao podloga za izradu papirnatu karte.

**Ključne riječi:** papirnatu i elektroničke pomorske karte, vizualna interpretacija, informacijski sadržaj

#### Abstract

Nautical charts are divided into paper and electronic charts. In both cases, it is actually a visual interpretation of the information content necessary to fulfill the basic purpose of the chart - ensuring the informational segment of navigation safety. The development of graphic technology largely determined the development of cartography and cartographic reproduction. The dominant reproduction technique of the 20th century was offset press, while the end of the 20th century was marked by the application of digital printing techniques. The period that marks the beginning of the transition from analog to digital cartography is the 1970s, when the concept of the electronic chart was created. The term Electronic Navigational Chart generally includes information content, software and an electronic display system. According to the type of digital format, they are divided into raster and vector charts. They are standardized in terms of content, structure, format, display and offered navigation functions. The sources of the information content of paper and electronic charts differ according to the applied hydrographic data source - analog or digital. While the sources of information content for electronic charts were initially partly from digitized analog paper charts, the current situation is exactly the opposite - digital databases can serve as a basis for creating a paper chart.

**Key words:** paper and electronic navigational charts, visual interpretation, information content

**USPOREDBA I ANALIZA TISKANIH I ONLINE NOVINA U  
REPUBLICI HRVATSKOJ**

**COMPARISON AND ANALYSIS OF PRINTED AND ONLINE  
NEWSPAPERS IN THE REPUBLIC OF CROATIA**

Alen Šimec<sup>1</sup>, Jelena Berković

<sup>1</sup>Zagreb University of Applied Sciences, Zagreb Croatia; alen@tvz.hr

**Sažetak**

Tema ovog rada je usporedba i analiza tiskanih i online medija u Republici Hrvatskoj od njenog osnivanja do danas. Naglasak je na internet novinarstvu i karakteristikama informativnih mrežnih portala. Strukturiran je povijesni razvoj navedenih medija u Hrvatskoj. Analizirane su prednosti i nedostaci gdje su obrađene osobine medija te njihova podjela. Opisan je proces proizvodnje oba medija te ekonomska dobit i prijenos lažnih vijesti.

Provedeno je istraživanje metodom anketiranja s ciljem prikaza trenutnog stanja uporabe tiskanog i internet medija u Republici Hrvatskoj te je kao rezultat diplomskog rada opisana pretpostavka njihovog rada u budućnosti iz perspektive korisnika.

**Ključne riječi:** tiskano izdanje, internet izdanje, korisnici, Hrvatska, vijesti

**Abstract**

The subject of this work is the comparison and analysis of printed and online media in the Republic of Croatia from its foundation until today. The emphasis is on internet journalism and the characteristics of informational online portals. The historical development of the mentioned media in Croatia is structured. The advantages and disadvantages are analyzed, where the properties of the media and their division are discussed. The production process of both media and the economic profit and transmission of fake news are described.

Research was conducted using the survey method with the aim of presenting the current state of use of printed and internet media in the Republic of Croatia, and as a result of the thesis, the assumption of their future work from the perspective of users was described.

**Keywords:** printed edition, online edition, users, Croatia, news



## PRIKAZ PROCESA MODELIRANJA STILIZIRANIH I REALISTIČNIH 3D MODELA I USPOREDBA OBIJU METODA

### STYLIZED AND REALISTIC 3D CHARACTER CREATION METHODS AND THEIR COMPARISON

Andrej Jandrić<sup>1</sup>, Tibor Skala<sup>1</sup>, Marko Maričević<sup>1</sup>, Lara Horvat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; ajandric@grf.hr

#### Sažetak

Digitalna umjetnost je uz pomoć moderne tehnologije postala najrasprostranjeniji oblik vizualne umjetnosti na svijetu. Ljudski lik predstavlja glavnu temu stvaralaštva već tisućljećima pa tako i danas. Dva su temeljna načina prikazivanja likova: stilizirano i realistično.

Umjetnički proces izrade digitalnih likova nije linearan, što znači da je u većini slučajeva potrebno skakati između koraka te vraćati se na prethodne. Tijek rada ovisit će o dva ključna čimbenika a to su stil i primjena 3D likova. Kompleksniji dizajn likova zahtjeva veću pozornost na detalje što znatno utječe na proces i vremenski period izrade. Digitalni 3D likovi mogu se primijeniti kroz video igre, filmove, vizualne grafike, 3D printanje. Likovi za igrice će imati znatno manji broj poligona u odnosu na likove spremne za animirane filmove dok će likovi spremni za 3D print imati svoj set pravila koja ih pripremaju za pritanje.

Bez obzira na različite stilove i primjene, postoje određeni koraci izrade koje dijele i stilizirani i realistični likovi a to su: dizajn i reference, skulpture, retopologija, UV mapiranje, teksturiranje i materijali, postavljanje scene, osvjetljenje, renderiranje i postprodukcijski procesi. Ovaj rad uspoređuje procese izrade stiliziranih i realističnih likova te njihove prednosti i mane.

**Ključne riječi:** umjetnost, 3D likovi, tijek rada, stilizirani likovi, realistični likovi

#### Abstract

With the help of modern technology digital art became the most widespread form of visual art in the world. The man has been main point of interest in art for thousands of years up to this day. There are two fundamental ways of presenting characters: stylized and realistic.

The process of creating digital characters is not linear which means that in most cases it is necessary to bounce in between steps. Workflow will depend on two key factors which are style and use of the 3D characters. More complex designs require more attention to detail which influences process and length of the workflow. Digital 3D characters can be used in video games, movies, visual graphics, 3D printing. Characters used in games will have considerably less amount polygons than movie ready characters while the character ready for 3D print will have their own set of rules that makes them printable.

Regardless of different styles and use cases there are certain steps of the workflow that both stylized and realistic characters share and those are: design and references, retopology, UV unwrapping, texturing and materials, setting up the scene, lighting, rendering and postproduction processes. This paper compares workflows between stylized and realistic characters and their advantages and flaws.

**Keywords:** digital art, 3D characters, workflow, stylized characters, realistic characters

## **NFT (NEZAMJENJIVI TOKEN) I INTELEKTUALNO VLASNIŠTVO - ANALIZA SLUČAJA**

### **NFTS (NON-FUNGIBLE TOKEN) AND INTELLECTUAL PROPERTY ISSUES CASE STUDY**

Tomislav Hudika<sup>1</sup>, Klaudio Pap<sup>1</sup>, Nikola Mrvac<sup>1</sup>, Dominik Vuković<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; thudika@grf.hr

<sup>2</sup>Academy of Fine Arts in Zagreb, Zagreb, Croatia; dominik.vukovich@gmail.com

#### **Sažetak**

Kripto tržište postoji neko vrijeme i dobro je poznat pothvat. NTF ili nezamjenjivi token preuzeo je tržište, svijet umjetnosti i kripto tržište 2021. Koncept je jednostavan; digitalna datoteka (slika, GIF, audio, video ili bilo koja druga multimedijaska datoteka) pretvara se u NFT kripto format učitavanjem na neko od NFT tržišta, gdje je dio jedinstvenih metapodataka blockchaine koji se mogu prikupljati, trgovati, prikazivati itd.

Priroda NFT-a je da je to neka vrsta umjetničkog ili multimedijskog sadržaja, od kojih većina potpada pod autorska prava. Zabrinutost IP odnosi se na ideju, produkciju i vizualizaciju koja dovodi do neke vrste osobne dobiti. Svatko može iskovati NFT od bilo čega, a vodič se može pronaći bilo gdje. Zabrinutost oko IP-a dolazi s moralnim, tehničkim i pravnim problemom, jer većina NFT-ova su metapodaci koji koriste umjetničko ili multimedijско djelo za kodiranje i stvaranje novih podataka blockchaine.

Ovaj je rad studija slučaja utjecaja NFT-a na prava intelektualnog vlasništva i širenje multimedije općenito.

**Ključne riječi:** Intelektualno vlasništvo, NFT, blockchain, multimedia, kriptovalute

#### **Abstract**

The crypto market is around some time, and it is a well-known venture. NTF or Non-Fungible Token have taken over the market the art world and the crypto market in the 2021. The concept is simple; a digital file (image, GIF, audio, video or any other multimedia file) is converted into NFT crypto format by uploading it on one of the NFT marketplaces, where it became part of a unique blockchain metadata which can be collected, traded, displayed etc.

The nature of the NFT is that it is some sort of art or multimedia content, from which most fall under the copyright. The IP concern is regarding the idea, production and visualization that leads to some sort of personal gain. Anybody can mint an NFT from everything, while tutorial can be found anywhere. The concern about IP comes with a moral, technical and a legal issue, because most NFTs are metadata that uses the art or multimedia work to encode and create new blockchain data. This paper is a case study of the NFTs influence on the IP rights and the expansion of multimedia in general.

**Keywords:** Intellectual property, NFT, blockchain, multimedia, cryptocurrency

**DIGITALIZACIJA ARHIVSKE I KNJIŽNIČNE BAŠTINE  
SVEUČILIŠTA U ZAGREBU – IZAZOVI I PERSPEKTIVE**

**DIGITALIZATION OF ARCHIVAL AND LIBRARY HERITAGE  
OF THE UNIVERSITY OF ZAGREB- CHALLENGES AND  
PERSPECTIVES**

Zvonimir Džoić<sup>1</sup>, Hrvoje Mandić<sup>2</sup>, Miroslav Mikota<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb, Zagreb, Croatia; zdzoic@unizg.hr

<sup>2</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; miroslav.mikota@grf.unizg.hr

### **Sažetak**

Sveučilište u Zagrebu prateći inicijative i razvoj digitalizacije kulturne baštine kao i stručne, tehničke i političke odrednice tog procesa prepoznalo je digitalizaciju kao jednu od strateških točaka Republike Hrvatske kao važan cilj i sredstvo u ostvarivanju kulturne politike i znanstvenog razvoja i samim razvoja znanosti i kulturnog identiteta. Procesi digitalizacije određuju cilj projekta digitalizacije i načela odabira građe za digitalizaciju s obzirom na to da se očekuje da digitalizacija podržava ciljeve, djelatnost i poslovanje ustanove. U radu se obrađuje problematika digitalizacije arhivskoga i knjižničkoga gradiva Sveučilišta u Zagrebu, izazovan, složen i dugotrajan proces koji otvara brojne mogućnosti za korisnike, definiranje digitalnih zbirki, pohranjivanje u bazi podatka, osiguravanje zaštite autorskih i srodnih prava s ciljem dugoročne održivosti stvorenoga digitalnog sadržaja.

**Ključne riječi:** Sveučilište u Zagrebu, digitalizacija, arhiv, knjižnica, digitalni sadržaj

### **Abstract**

Following the initiatives and development of digitalization of cultural heritage as well as the professional, technical and political determinants of that process, University of Zagreb recognized digitalization as one of the strategic domains of the Republic of Croatia. This is an important goal and means in achieving cultural policy and scientific development and the development of science and cultural identity itself. Digitalization process determines the goal of the digitalization projects and the principles of selecting materials for digitalization, given that digitalization is expected to support the institution's goals, activities, and operations. The article investigates the issue of digitalization of archival and library materials of the University of Zagreb, a challenging, complex and long-term process that opens up numerous opportunities for users, defining digital collections, storing them in a database, ensuring the protection of copyright and related rights with the aim of long-term sustainability of the created digital content.

**Keywords:** University of Zagreb, Digitalization Process, Archive, Library, Digital content

## RAZVOJ 2D ARKADNE RAČUNALNE IGRE UZ RAZRADU FIKTIVNOG SVIJETA I LIKOVNOG STILA IGRE

### DEVELOPMENT OF A 2D ARCADE COMPUTER GAME AND ITS FICTIONAL WORLD AND ART STYLE

Kristina Čop<sup>1</sup>, Tibor Skala<sup>1</sup>, Marko Maričević<sup>1</sup>, Lara Horvat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; kristinica.cop@gmail.com

#### Sažetak

Ovim radom opisuje se proces razvoja 2d arkadne računalne igre koja sadržava vlastitu priču, svijet i likove. Tema je bazirana na igraču koji preuzima kontrolu nad svemirskom letjelicom, a koju lovi svemirska policija zbog teškog kriminala koji je prije početka igre bio počinjen. U ovoj igri, igrač neće imati mogućnost pucanja kao u drugim sličnim igrama i morat će umjesto toga izbjegavati prepreke poput asteroida i pobjeći policiji koja ga želi uništiti, te pritom otkriti istinu iza počinjenog kriminala. Glavni cilj video igre je korisniku ponuditi priliku za zabavu, opuštanje, učenje i/ili čak sudjelovanje u natjecanju. Ovaj cilj, međutim, nije jedino što može igru učiniti odličnom i zanimljivom. Uz ključne mehanike i značajke koje doprinose korisničkom iskustvu kod igranja igara, može se razraditi i čitav fiktivni svijet u kojem se odvija radnja igre. Razvojni inženjeri stoga mogu osmisliti različite lokacije i likove koji obogaćuju igru s dodatnim detaljima i time je čine još više zanimljivom. Računalna igra opisana u ovom radu razvijena je u Love2d, open source jezgri igre koja je bila razvijana u programskom jeziku C++ i koja se koristi za izradu 2d igara u Lua-i. Grafika igre rađena je u pixelart stilu, koji je bio korišten u ranom dobu game developmenta jer tehnologija u to vrijeme nije bila dovoljno razvijena za prikaz kompleksnih 3D modela.

**Ključne riječi:** igra, razvoj, priča

#### Abstract

This work describes the process of developing a 2d arcade computer game that contains its own story, world and characters. The theme is based on a player who takes control of a spaceship, which is being chased by the space police due to a hefty crime that was committed prior to the start of the game. In this game, the player won't have the ability to shoot like in other similar games and must instead dodge obstacles such as asteroids and escape destruction by the police, and also learn the truth behind the committed crime. The main goal of a game is to provide the user with a chance to have fun, relax, learn and/or even take part in a competition. This goal, however, is not solely what can make the game great and interesting. Alongside key mechanics and features that contribute to the UX while playing games, an entire fictional world where the game takes place can also be developed. As such, developers can come up with varying locations and characters that enrich the game with additional details and thus make it even more interesting. The computer game described in this work was developed in Love2d, an open source game engine that was developed in C++ and is used to create 2d games in Lua. The graphics of the game were created in the pixelart style, which was used in early game development due to the technology at the time not being advanced enough to display complex 3D models.

**Keywords:** game, development, story

## DAJU LI NOVE TEHNOLOGIJE I MULTIMEDIJALNI SADRŽAJ NOVU DIMENZIJU UMJETNIČKIM DJELIMA TE KAKO UTJEČU NA LJUDSKO PONAŠANJE?

### DO NEW TECHNOLOGIES AND MULTIMEDIA CONTENT GIVE A NEW DIMENSION TO WORKS OF ART AND HOW THEY AFFECT HUMAN BEHAVIOR?

Brigita Prole<sup>1</sup>, Tomislav Bronzin<sup>1</sup>, Klaudio Pap<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CITUS d.o.o., Zagreb, Croatia; brigita@citus.hr

<sup>2</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; kpap@grf.hr

#### Sažetak

Ljudi su kroz svoju povijest stvorili brojna umjetnička djela. Ona su izložena u muzejima, galerijama, čuvaju se u trezorima ili su građevine u prostoru. Iz dana u dan, tehnologija se izuzetno brzo razvija i ulazi u ljudske živote. Umjetna inteligencija (UI) već je postala naša svakodnevnica. Sukladno tome mijenjaju se oblici ljudskog ponašanja, komunikacije te očekivanja. Ovaj rad otvara pitanje mogu li postojeća umjetnička djela odgovoriti na te nove izazove i biti zanimljiva današnjem čovjeku na način da ih se obogati multimedijским elementima a to su: zvuk, video zapis, tekst, animacija, fotografija, 3D, poveznica na sadržaj. Rad govori o tome koliki su dosezi proširene stvarnosti (AR), mješovite stvarnosti (MR) i produžene stvarnosti (XR) te o novim i inovativnim rješenjima koja pružaju potpuno nove mogućnosti i doživljaj umjetničkih djela.

**Ključne riječi:** umjetna inteligencija (AI), proširena stvarnost (AR), multimedija, kreativna industrija, nove tehnologije

#### Abstract

Throughout history, human beings have created numerous works of art. They are displayed in museums, galleries, are kept in vaults, or are buildings in the space. Day by day, technology is developing extremely fast and entering people's lives. Artificial intelligence (AI) has already become our everyday life. Accordingly, the forms of human behaviour, communication, and expectations are changing. This paper raises the question of whether existing works of art can respond to these new challenges and be interesting to today's human beings in a way that enriches them with multimedia elements, namely: sound, video, text, animation, photography, 3D, and link to content. The paper talks about the reach of augmented reality (AR), mixed reality (MR), and extended reality (XR) and about new and innovative solutions that provide completely new possibilities and experiences for works of art.

**Keywords:** artificial intelligence (AI), augmented reality (AR), multimedia, creative industry, new technologies

KONTEKSTUALIZACIJA INDUSTRIJSKOG OKRUŽENJA  
KORIŠTENJEM MJEŠOVITE STVARNOSTI (MR) I IIOT

CONTEXTUALIZATION OF THE INDUSTRIAL ENVIRONMENT  
USING MIXED REALITY (MR) AND IIOT

Brigita Prole<sup>1</sup>, Tomislav Bronzin<sup>1</sup>, Klaudio Pap<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CITUS d.o.o., Zagreb, Croatia; brigita@citus.hr

<sup>2</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; kpap@grf.hr

### Sažetak

Umjetna inteligencija (UI) nalazi se posvuda je oko nas i ugrađena je u, više/manje u sve pametne uređaje koji nas okružuju. Ovaj rad govori o tome kako nove tehnologije kao što su mješovita stvarnost (MR) i Industrial IoT (IIoT) donose promjene u načinu poslovanja, a kontekstualizacija industrijskog okruženja jedna je od njih. Virtualna stvarnost (VR), proširena stvarnost (AR), mješovita stvarnost (MR) i produžena stvarnost (XR) kao dio umjetne inteligencije (AI) skup su tehnologija koje su u početnim fazama razvoja za poslovne potrebe. Pojavom 3D tehnologija, poslovne korisnike privukao je veliki potencijal primjene ovih tehnologija u svakodnevnom poslovanju, pa su u potrazi za kvalitetnim rješenjima koja bi im dala konkurentsku prednost na tržištu.

**Ključne riječi:** umjetna inteligencija (AI), mješovita stvarnost (MR), nove tehnologije

### Abstract

Artificial intelligence (UI) is everywhere around us and is embedded in, more/less, all the smart devices that surround us. This paper is about how new technologies such as mixed reality (MR) and Industrial IoT (IIoT) bring changes in the way of doing business and the contextualization of the industrial environment is one of them. Virtual reality (VR), augmented reality (AR), mixed reality (MR), and extended reality (XR) as part of artificial intelligence (AI) are a set of technologies that are in the initial stages of development for business purposes. With the advent of 3D technologies, business users have been attracted by the great potential of applying these technologies in everyday business, so they are looking for quality solutions that would give them a competitive advantage in the market.

**Keywords:** artificial intelligence (AI), mixed reality (AR), new technologies

## ISTRAŽIVANJE DOŽIVLJAJA FOTOGRAFSKE ILUSTRACIJE NA MONITORU RAČUNALA

### EXPLORING THE EXPERIENCE OF PHOTOGRAPHIC ILLUSTRATION ON A COMPUTER MONITOR

Krešimir Dragčević<sup>1</sup>, Miroslav Mikota<sup>1</sup>, Ivana Pavlović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; kresimir.dragcevic@grf.hr

#### Sažetak

U radu je provedeno istraživanje doživljaja i emocionalne reakcije 96 ispitanika mlađe životne dobi (18-24 godine) pri ujednačenom promatranju različitih fotografskih ilustracija različitih fotografskih motiva na monitoru računala. Ispitanici su od 1 do 5 ocijenili emocionalnu reakciju koju kod njih izaziva promatrana fotografska ilustracija prema ponuđenim reakcijama: sreća, ljubav, nada, seksualna privlačnost, ponos, tuga, mržnja, ljutnja, zavist, strah, gađenje, sram. Rezultati istraživanja ukazuju da ovisno o fotografskom motivu, prethodnim medijskim navikama ispitanika, ali najviše o tehničkim karakteristikama monitora i primarnom motivu fotografske ilustracije postoje znatne razlike u doživljaju fotografskih ilustracija.

**Ključne riječi:** fotografija, emocija, doživljaj, monitor računala

#### Abstract

The study of the experiences and emotional reactions of 96 respondents of younger age (18-24 years) while uniformly viewing different photographic illustrations of different photographic motifs on the computer monitor is conducted in this paper. Respondents rated from 1 to 5 the emotional reaction that was triggered by photographic illustrations in response to the offered reactions: happiness, love, hope, sexual attraction, pride, sorrow, hatred, anger, envy, fear, disgust, shame. The results of the research indicate that depending on the photographic motive, previous media habits of the respondents, but mostly on the technical characteristics of the monitor and the primary motive of the photographic illustration, there are considerable differences in the experience of photographic illustrations.

**Keywords:** photography, emotion, experience, computer monitor

## INOVATIVNA KORISNIČKA SUČELJA U UČENJU NA DALJINU - APLIKACIJA YAMMER

### INNOVATIVE USER INTERFACES INTO THE DISTANCE LEARNING - THE YAMMER APPLICATION

Marija Jovan<sup>1</sup>, Damir Vusic<sup>1</sup>, Andrija Bernik<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University North, Varaždin, Croatia; dvusic@unin.hr

#### Sažetak

Ovaj rad bavi se istraživanjem korisničkog iskustva učenika i nastavnika osnovne škole prema učenju na daljinu te prema korištenju aplikacije Yammer kao jedne od aplikacija koje se koriste u provedbi učenja na daljinu. Nenadana pandemija bolesti COVID-19 postavila je svima veliki izazov u načinu rada i komuniciranja u privatnom i poslovnom svijetu, ali i u obrazovanju. Učenici su bili prisiljeni okušati se u novom načinu učenja, pisanja zadaća i polaganja ispita. Postavlja se pitanje u kojoj mjeri je aplikacija Yammer učenicima u dobi od 10 do 14 godina jednostavna za korištenje, kakvo je njihovo korisničko iskustvo te kako se oni snalaze u novom načinu učenja.

Uz učenike se na novi način rada prilagođavaju i nastavnici te je važno i njihovo korisničko iskustvo: omogućuje li korisničko sučelje Yammer kvalitetnu interaktivnu komunikaciju s učenicima, zadovoljava li očekivanja nastavnika te da li je inovativno?

Istraživanje je provedeno u Osnovnoj školi Petrijanec preko internetskog anonimnog anketnog upitnika postavljenog na Google Forms servis. Dobiveni rezultati iz istraživanja pokazuju da aplikacija Yammer uglavnom zadovoljava sve kriterije te da je primjerena u provedbi učenja na daljinu učenicima u dobi od 10 do 14 godina.

**Ključne riječi:** korisničko iskustvo, inovativna korisnička sučelja, aplikacija Yammer, učenje na daljinu

#### Abstract

This paper deals with the research of the user experience of elementary school students and teachers towards distance learning and the use of the Yammer application as one of the applications used in the implementation of distance learning. The sudden pandemic of the COVID-19 disease has set everyone a big challenge in the way of working and communicating in the private and business world, as well as in education. Students were forced to try a new way of learning, writing assignments and taking exams. It raises the question of whether Yammer application is easy for students aged 10 to 14 to use, what is their user experience like and how they cope with a new way of learning.

Along with the students, the teachers are also adapting to the new way of working, and their user experience is also important: does the Yammer user interface enable high-quality interactive communication with students, does it meet teachers' expectations, and is it innovative?

The research was conducted at the Petrijanec Elementary School through an online anonymous questionnaire posted on the Google Forms service. The results obtained from the research show that the Yammer application mostly meets all the criteria and that it is suitable for the implementation of distance learning for students aged 10 to 14 years.

**Keywords:** user experience, innovative user interfaces, the Yammer application, distance learning



## DUALIZAM U TISKU KROZ VZ-QR KODIRANJE

## DUALISM IN PRINT THROUGH VZ-QR CODING

Ivana Žiljak Stanimirović<sup>1</sup>, Jana Žiljak Gršić<sup>2</sup>, Vilko Žiljak<sup>1</sup>, Maja Matas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; ivana.ziljak.stanimirovic@grf.unizg.hr

<sup>2</sup>Zagreb University of Applied Sciences, Zagreb Croatia; jana@tvz.hr

### Sažetak

U radu su prezentirane domene apsorpcije svjetla za procesna tiskarska bojila, a u svrhu proširenja sigurnosnog tiska i zaštite umjetnosti dualnim QR kodovima. Očitavanje i prepoznavanje dva individualizirana QR koda otisnuta na istom mjestu provodi se ZRGB video kamerama, te putem barcode i optičkih čitača. Osim tri CMY bojila za vizualni spektar (V) našeg oka, uvodimo "Z područje" kao prostor „četrvtog oka“ u domeni od 750 do 1000 nanometra. Pri tome razlikujemo prvu individualiziranu grafiku „V-QR code“ dizajniranu za vizualni spektar i drugu grafiku „Z-QR code“ projektiranu za instrumentalno detektiranje u bliskom infracrvenom spektru. Tisak dualnog koda odnosno dvaju kodova u jednom, podrazumijeva četiri različita proceduralna stanja: samostalni prostor za elemente prve „V-QR code“ grafike, samostalni prostor za „Z-QR code“ grafiku, prostor preklapanja dviju grafika te prazan prostor bez bojila nužan za očitavanje „VZ-QR“ kodova. Predloženi algoritam i realizacija u tisku izvodi se CMYK bojilima pomoću Infraredesign metode određivanja K vrijednosti. Cilj dvostrukih kodova je individualizacija i zaštita QR kodova, te primjena u sigurnosnom tisku i širem spektru grafičkih proizvoda s mogućnosti obilježavanja umjetničkih djela na poleđini i popratnoj dokumentaciji. U ovom radu je prezentiran dizajn i tisak takvog dualnog kodiranja u području likovne umjetnosti, a u svrhe zaštite autorstva i umjetničkog djela.

**Ključne riječi:** zaštitni tisak, dizajn dualnih grafika, VZ\_QR kodiranje, zaštita umjetničkih djela

### Abstract

In this paper we present the domains of light absorption for process printing inks for the purpose of expanding security printing and art protection with dual QR codes. Reading and recognition of two individualized QR codes printed in the same place is carried out by ZRGB video cameras, as well by barcode and optical readers. In addition to the three CMY dyes for the visual spectrum (V) of our eye, we introduce the "Z region" as the "fourth eye" space in the domain of 750 to 1000 nanometers. Thereby we distinguish the first individualized graphic "V-QR code" designed for the visual spectrum and the second graphic "Z-QR code" designed for instrumental detection in the near-infrared spectrum. Printing of a dual code, respectively two codes in one, implies four different stages in procedure: an independent space for the elements of the first "V-QR code" graphic, an independent space for the "Z-QR code" graphic, an overlapping space for the two graphics and an empty space without printing ink necessary for reading the "VZ- QR" codes. The proposed algorithm and realization in printing process is performed with CMYK dyes with the Infraredesign method of determining the K value. The goal of double codes is the individualization and protection of QR codes, as well their application in security printing, and in wider range of graphic products, with the possibility of marking artwork on the back and accompanying documentation. This paper presents the design and printing of such dual coding in the field of a Fine Arts, for the purpose of protecting authorship and artwork.

**Keywords:** security printing, design of dual graphics, VZ\_QR coding, protection of Fine Art

## UTJECAJ RAZLIČITIH ELEMENATA OBLIKOVANJA MOBILNE APLIKACIJE NA KORISNIČKO ISKUSTVO

### THE IMPACT OF THE VARIOUS MOBILE APPLICATION DESIGN ELEMENTS ON THE USER EXPERIENCE

Snježana Ivančić Valenko<sup>1</sup>, Paula Kovač<sup>1</sup>, Anja Zorko<sup>1</sup>, Marko Morić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University North, Varaždin, Croatia

#### Sažetak

Sveprisutnost digitalnih sučelja u svakodnevnom životu zbog sve većeg korištenja mobilnih uređaja dovodi do potrebe za smislenim i inovativnim dizajnom. Optimizacijom korisničkog iskustva poboljšava se zadovoljstvo korisnika te održava odnos između korisnika i poslovanja, povećavajući šanse da će se korisnik vratiti nakon pozitivnog iskustva. Zbog velikog broja informacija koje čovjek prima na dnevnoj bazi teško je zadržati pažnju ukoliko korisničko iskustvo ne zadovoljava potrebe korisnika. Cilj rada bio je na prototipu manje mobilne aplikacije za kupovinu analizirati kako promjena aspekata dizajna utječe na doživljaj korisnika i samo iskustvo korištenja aplikacije. Na temelju istraživanja, a prema preferencama i potrebama ispitanika napravljen je dizajn mobilne aplikacije za kupovinu u svrhu optimizacije korisničkog iskustva. Kroz istraživanje je zaključeno da korisnici, prezentirani s izborom između svijetle i tamne verzije sučelja mobilne aplikacije, češće preferirali tamnu verziju zbog povoljnijeg utjecaja na oči te zelenu boju tipke za poziv na akciju zbog dobrog kontrasta s tekстом i okolnim elementima te pozitivnih asocijacija koje su uz nju vezali. Lokacija navigacijske trake preferirana je na gornjem dijelu zaslona, kao i hamburger izbornik koji se otvara s lijeve strane zbog veće intuitivnosti i funkcionalnosti.

**Ključne riječi:** korisničko sučelje; korisničko iskustvo; dizajn; optimizacija; mobilna aplikacija

#### Abstract

The ubiquity of digital interfaces in everyday life due to the increasing use of mobile devices leads to the need for meaningful and innovative design. Optimizing the user experience improves user satisfaction and maintains the relationship between the user and the business, increasing the chances that the user will return after a positive experience. Due to the large amount of information that a person receives on a daily basis, it is difficult to maintain attention if the user experience does not meet the needs of the user. The aim of the paper was to analyze, on the prototype of a smaller mobile application for shopping, how changing aspects of the design affect the user's experience and the experience of using the application itself. Prototype of the mobile application for shopping was designed based on the research and according to the preferences and needs of the respondents. Main objective of design was to optimize the user experience. Through the research, it was concluded that users, presented with a choice between a light and dark version of the mobile application interface, more often prefer the darker version due to its more favourable effect on the eyes and the green colour of the call to action button due to better contrast with the text and surrounding elements as well as the positive associations that are associated with the colour green. The location of the navigation bar is preferred to be on the upper part of the screen as well that the hamburger menu opens on the left because of the greater intuitiveness and functionality.

**Keywords:** user interface; user experience; design; optimization; mobile application

## DIZAJN INDIVIDUALIZIRANE VRIJEDNOSNICE S NAGLASKOM NA ZAŠTITNU LINIJSKU GRAFIKU

### DESIGN OF INDIVIDUALIZED SECURITY WITH AN EMPHASIS ON SECURITY LINE VECTOR GRAPHICS

Ivana Žiljak Stanimirović<sup>1</sup>, Anamarija Jozić Srdarević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; ivana.ziljak.stanimirovic@grf.unizg.hr

#### Sažetak

Dizajn suvremene individualizirane vrijednosnice sastoji se od niza pojedinačnih, a opet usko povezanih rješenja zaštitne grafike koja su implementirana kao zaštitni elementi u više različitih spektralnih područja. U uvodnom dijelu rada opisan je kratki pregled razvoja novčanica. U ovom radu naglasak je stavljen na pregled izmjena dizajna i elemenata zaštitne vektorske grafike. Potom su opisani suvremeni zaštitni elementi na vrijednosnicama, koji odgovaraju najvećim suvremenim standardima zaštite. Prototip novčanice sa svim pripadajućim zaštitnim elementima izrađen je kao prijedlog suvremene individualizirane vrijednosnice. Posebice su opisani i objašnjeni individualizirani zaštitni elementi PostScript programskih rješenja linijske grafike kao što su: rozete, zaštitne linije, mikrotekst te broj apoena. Odabrana rješenja linijske grafike i tipografije su pozicionirana na licu i naličju novčanice te je prikazana njihova simulacija u UV i IR spektru. Programskim zapisom određen je individualizirani kod za svaki pojedini zaštitni element. Cilj ovog rada je dizajnirati suvremenu individualiziranu vrijednosnicu s pripadajućim zaštitnim elementima linijske grafike, tipografije te portreta s primjenom individualiziranog rasterskog elementa. Sve implementirane zaštitne grafike onemogućavaju krivotvorenje novčanice.

**Ključne riječi:** zaštitni tisak, dizajn sigurnosne grafike, linijska grafika, tipografija

#### Abstract

The design of a modern individualized security consists of series of an individual, closely connected solutions of security graphics which are implemented as protective elements in several different spectral areas. In the introductory part of the paper, a brief overview of the development of banknotes is described. In this paper, emphasis is placed on the review of design changes as well the security elements of vector graphics. Then the modern protective elements on the securities which correspond to the highest modern protection standards are described. The banknote prototype with all associated protective elements was created as a proposal for a modern individualized security. By especial attention, individualized security elements of PostScript program solutions of line graphics are described and explained, such as: guilloche rosette securities, security vector graphics, microtext and denomination number. Selected solutions of line vector graphics and typography are positioned on the front and back of the banknote, and their simulation in the UV and IR spectrum is presented. The program recording determines the individualized code for each individual security element. The goal of this work is to design a contemporary individualized security with associated security elements of line graphics, typography and as well portraits with the application of an individualized raster element. All the implemented security graphics prevent counterfeiting of the banknote.

**Keywords:** security printing, design of security graphics, line vector graphics, typography

## ČVRSTOĆA KONSTRUKCIJE KAO BAZNI PREDIKTOR ŽIVOTNOG VIJEKA TRANSPORTNE AMBALAŽE OD VALOVITOG KARTONA

### STRUCTURAL STRENGTH AS A BASIC PREDICTOR OF THE SERVICE LIFE OF CORRUGATED CARDBOARD TRANSPORT PACKAGING

Denis Jurečić<sup>1</sup>, Tigran Jokić<sup>1</sup>, Siniša Popović<sup>2</sup>, Silvio Plehati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; denis.jurecic@grf.unizg.hr

<sup>2</sup>E-log d.o.o., Zagreb, Croatia

<sup>3</sup>Zagreb University of Applied Sciences, Zagreb Croatia

#### Sažetak

U radu se predlažu nove upute za brzu procjenu čvrstoće konstrukcije transportne ambalaže od valovitog kartona. Industrij je transportna ambalaža nužan trošak za zaštitu svog proizvoda te njegov transport i skladištenje. Istraživanja su zasnovana na utvrđivanju minimalnog životnog vijeka koju ambalaža podnosi u ciklusu distribucije. Taj vijek ovisi o njejoj čvrstoći konstrukcije a ona pak o vrsti, dimenziji i težini upakiranog proizvoda te vremenu distribucijskog puta od proizvođača do skladišta potrošača ili kupca. Određivanje čvrstoće konstrukcije postignuto je kombinacijom odabira i rasporedom lijepljenja različitih kvaliteta, vrsta i gramature papira za ravne i valovite slojeve u troslojnom, peteroslojnom ili sedmeroslojnom valovitom kartonu. Rezultati istraživanja su prezentirani kao nomogram za brzu procjenu čvrstoće ambalaže.

**Ključne riječi:** čvrstoća, transportna ambalaža, konstrukcija, valoviti karton

#### Abstract

The paper proposes new instructions for a quick assessment of the structural strength of corrugated cardboard transport packaging. For the industry, transport packaging is a necessary expense for the protection of its product and its transport and storage. The research is based on the determination of the minimum life span that the packaging endures in the distribution cycle. That life depends on its structural strength, which in turn depends on the type, size and weight of the packaged product and the time of the distribution route from the manufacturer to the consumer's or customer's warehouse. Determining the strength of the structure was achieved by a combination of selection and gluing arrangement of different qualities, types and grammage of paper for flat and corrugated layers in three-layer, five-layer or seven-layer corrugated cardboard. The results of the research are presented as a nomogram for a quick assessment of packaging strength.

**Keywords:** Strength, transport packaging, construction, corrugated cardboard

## BEŽIČNA DETEKCIJA NEKONDITIONIRANIH UVJETA U KARTONSKOJ AMBALAŽI ZA ARHIVIRANJE DOKUMENATA I POHRANU MUZEJSKIH ARTEFAKATA UPOTREBOM BINARNOG MIKROSENZORA

### WIRELESS DETECTION OF UNCONDITIONED CONDITIONS IN CARDBOARD PACKAGING FOR ARCHIVING DOCUMENTS AND STORAGE OF MUSEUM ARTIFACTS USING A BINARY MICROSENSOR

Denis Jurečić<sup>1</sup>, Silvio Plehati<sup>2</sup>, Tigran Jokić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; denis.jurecic@grf.unizg.hr

<sup>2</sup>Zagreb University of Applied Sciences, Zagreb Croatia

#### Sažetak

Predlaže se novi način detekcije nekondicioniranih uvjeta u kartonskoj ambalaži za arhiviranje dokumenata i pohranjivanje muzejskih artefakata. Česte promjene temperature, vlažnosti zraka i svjetla mogu znatno pogoršati stanje upakiranih proizvoda. Postoje primjeri propadanja arhiviranih dokumenata pisanih tintom prilikom izloženosti fluktuacije temperature i vlažnosti. U radu se opisuje ugradnja mikrosenzora u arhivsku kutiju čime bi se omogućilo daljinsko očitavanje odnosno praćenje njenih klimatskih, svjetlosnih i drugih parametara. Ovo jeftino rješenje može koristiti poslovnim subjektima i državnim institucijama koji za svoje arhivirane spise i dokumente nemaju prikladna klimatske i temperaturne uvjete.

**Ključne riječi:** arhivske kutije, senzor, temperatura, relativna vlažnost zraka

#### Abstract

A new way of detecting unconditioned conditions in cardboard packaging for archiving documents and storing museum artifacts is proposed. Frequent changes in temperature, humidity and light can significantly worsen the condition of packaged products. There are examples of deterioration of archived documents written in ink when exposed to fluctuations in temperature and humidity. The paper describes the installation of microsensors in the archive box, which would enable remote reading or monitoring of its climatic, light and other parameters. This inexpensive solution can benefit business entities and government institutions that do not have suitable climate and temperature conditions for their archived files and documents.

**Keywords:** archive boxes, sensor, temperature, relative humidity

## DIGITALIZACIJA POSLOVNE DOKUMENTACIJE

### DIGITALIZATION OF BUSINESS DOCUMENTATION

Denis Jurečić<sup>1</sup>, Suzana Pasanec Preprotić<sup>1</sup>, Diana Bratić<sup>1</sup>, Gorana Petković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia

#### Sažetak

Upotreba digitalnih tehnologija za transformaciju poslovanja. Poslovne strategije managementa tvrtke za njeno poslovanje u budućnosti. Računalo, internet, lokalna mrežna infrastruktura, cloud servis. Zaštitno snimanje dokumentacije i njeno arhiviranje u klasičnom i digitalnom obliku. Klasično arhiviranje dokumentacije podrazumijeva knjigovešku obradu poslovnih dokumenata u određeni tip tvrdog, mekog ili drugog uveza te pohranjivanje u određeni tip ambalažnog oblika poput registra-tora, arhivske kutije i dr. Digitalno arhiviranje podrazumijeva pripremu konvencionalne dokumenta-cije za skeniranje, indeksiranje, snimanje na mikrofilm i pohranu na digitalni medij.

**Ključne riječi:** digitalizacija, dokumentacija, arhiviranje

#### Abstract

Use of digital technologies for business transformation. Business strategies of the company's ma-nagement for its operations in the future. Computer, internet, local network infrastructure, cloud service. Protective recording of documentation and its archiving in classic and digital form. Classi-cal archiving of documentation implies the bookbinding processing of business documents into a specific type of hard, soft or other binding and storage in a specific type of packaging such as a binder, archive box, etc. Digital archiving implies the preparation of conventional documentation for scanning, indexing, recording on microfilm and storage on digital media.

**Keywords:** digitization, documentation, archiving

## BLISKI INFRACRVENI DIZAJN I TEHNOLOGIJA ISPISA PROŠIRENE STVARNOSTI: SPAJANJE I ODABIR DVOSTRUKE SLIKE U VIZUALNOJ I NIR DOMENI

### NEARINFRARED DESIGN AND PRINTING TECHNOLOGY OF BROADENED REALITY: MERGING AND SELECTING OF DOUBLE IMAGE IN VISUAL AND NIR DOMAIN

Agić Ana<sup>1</sup>, Žiljak-Vujić Jana<sup>3</sup>, Agić Darko<sup>2</sup>, Tomislav Bogović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Graphics Arts, Zagreb, Croatia; ana.agic@grf.unizg.hr

<sup>2</sup>Croatian Academy of Engineering, Zagreb, Croatia

<sup>3</sup>Zagreb University of Applied Sciences

#### Abstract

Near infra-red (NIR) principles consolidated in near infra-red technology started and were completed in the Ph.D. of I. Žiljak, 2007.

It used graphic arts environment, meaning inks, substrates, graphic reproduction systems, as well as an achromatic way of building images. This involved the term «twins.» The principle of the newly developed theory (IRD theory) supposed that CMY reproduction arrangement was used for the visual domain, and achromatic practiced combination consisting of carbon K for secondary image information that will be visualized in the NIR domain. That principle allows that this second image is incorporated in the visual image part and visually cannot be detected. Many reproduction parameters must be set: printing profiles, spectral characteristics of materials used, custom-developed achromatic arrangement, possible screening parameters, and other printing features. All this brought the widening of the process, new possibilities, and appliances in various implementing areas. This effort has a wide range of possibilities in various fields of use for developers, printers, designers, material producers, as well in art. NIR procedures to this day are implemented in many technical, industrial, and scientific fields.

Here a brief overview of essential works in the reproduction field of infrared technology is presented.

**Key words:** near infra red domain, twin dyes, hidden NIR image, graphic reproduction, achromatic intend

#### Sažetak

Načela bliskog infracrvenog (NIR) konsolidirana u tehnologiji bliskog infracrvenog zračenja započela su i dovršena u doktoratu znanosti. I. Žiljak, 2007. Korišteno je grafičko umjetničko okruženje, što znači tinte, podloge, sustave grafičke reprodukcije, kao i akromatski način građenja slika. Ovo je uključivalo pojam "blizanci" bojila za sliku u vidljivom spektru i u infracrvenom spektru. Načelo novo razvijene teorije (IRD teorija) pretpostavljalo je da se CMY raspored reprodukcije koristi za vizualnu domenu, a akromatska kombinacija koja se sastoji od karbon crne za sekundarnu slikovnu informaciju koja će se vizualizirati u NIR domeni. Taj princip dopušta da je ova druga slika ugrađena u dio vizualne slike ali da se vizualno ne može detektirati. Moraju se postaviti mnogi parametri reprodukcije: profili ispisa, spektralne karakteristike upotrijebljenih materijala, prilagođeni akromatski raspored, mogući parametri rastera i druge značajke ispisa. Sve je to donijelo proširenju procesa reprodukcije, nove mogućnosti i primjene u različitim područjima. Ova tehnologija ima širok raspon promjene u različitim područjima uporabe za programere, tiskare, dizajnere, proizvođače materijala, kao i u umjetnosti. NIR postupci do danas se primjenjuju u mnogim tehničkim, industrijskim i znanstvenim područjima. U ovom radu je dan kratak pregled bitnih radova na području reprodukcije infracrvene tehnologije.

**Ključne riječi:** blisko infra-crveno područje, blizanci bojila, skrivena slika, grafička reprodukcija, akromatska primjena