

14th International Conference on
Printing, Design and Graphic Communications

BLAŽ BAROMIĆ 2010

14. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE
TISKARSTVA, DIZAJNA I GRAFIČKIH KOMUNIKACIJA

ZBORNIK RADOVA PROCEEDINGS

Senj, 6. - 9. listopad 2010., Hrvatska
Senj, 6th - 9th October 2010, Croatia

14. međunarodno savjetovanje tiskarstva, dizajna i grafičkih komunikacija Blaž Baromić
14th international conference on printing, design and graphic communications Blaž Baromić

IZDAVAČI / PUBLISHERS

Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet / University of Zagreb, Faculty of graphic arts
Ogranak Matice hrvatske Senj
Inštitut za celulozo in papir, Ljubljana, Slovenija / Pulp and paper institute, Ljubljana, Slovenia
Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Slovenija / University of Ljubljana, Faculty of natural sciences and engineering, Ljubljana, Slovenia

UREDNIK / EDITOR

v. pred. dr. sc. Miroslav Mikota

GRAFIČKI UREDNICI / GRAPHIC ART DIRECTORS

Kristijan Golubović, dipl. graf. ing; Ivana Pavlović, dipl. graf. ing.

DIZAJN KORICA / COVER DESIGN

Jelena Kajganović, Ivana Pavlović

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Nacionalne
i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 744948

ISBN 978-953-7644-06-2

Niti jedan dio ovog Zbornika ne smije se umnožavati, fotokopirati, prenosi ni na bilo koji način
reproducirati bez pismenog odobrenja izdavača.

14th International Conference on
Printing, Design and Graphic Communications

BLAŽ BAROMIĆ 2010

14. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE
TISKARSTVA, DIZAJNA I GRAFIČKIH KOMUNIKACIJA

ZBORNIK RADOVA PROCEEDINGS

UREDNIK / EDITOR: Miroslav Mikota

Senj, 6. - 9. listopad 2010., Hrvatska
Senj, 6th - 9th October 2010, Croatia

ORGANIZATORI / ORGANIZERS

Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet

University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, Croatia

Ogranak Matice hrvatske Senj, Hrvatska

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija

University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Slovenia

Inštitut za celulozo in papir, Ljubljana, Slovenija

Pulp and paper Institute, Ljubljana, Slovenia

SUORGANIZATOR / CO-ORGANIZER

University of Technology, Faculty of Chemistry, Brno, Czech Republic

ORGANIZACIJSKI ODBOR / ORGANIZING COMMITTEE

M. Mikota (predsjednik organizacijskog odbora / Head of Conference organization), M. Bilović, I. Bolanča-Mirković, K. Golubović, T. Goršić, D. Jakšić, R. Krajačić, M. Milković, N. Mrvac, R. Naprta, D. Nekić, Đ. Osterman Parac, I. Pavlović (tajnica / secretary), V. Rutar, V. Salamon, A. Tomaš, I. Zjakić

PROGRAMSKI I RECENZIJSKI ODBOR / PROGRAMME AND REVIEW COMMITTEE

W. Bauer (Aus), S. Bračko (Slo), M. Brozović (Cro), M. Cheppan (Sl), P. Dzik (Ch), N. Endlund (Swe), D. Gregor-Svetec (Slo), J. Gyorkos (Slo), A. Hladnik (Slo), C. Horvath (Hu), M. Jurković (Cro), H. Kipphan (Ger), M. Mikota (Cro), M. Milković (Cro), N. Mrvac (Cro), A. Nazor (Cro), B. Neff Dostal (SAD), K. Možina (Slo), Z. Paszek (Pol.), Đ. Osterman Parac (Cro), M. Plenković (Cro), A. Politis (Gre), M. Vesely (Ch), G. Vlachos (Gre), E. Vlajki (Ca), W. Walat (Pol), M. Zlateva (Bug), I. Zjakić (Cro).

Predgovor

Pred Vama je Zbornik radova 14. međunarodnog savjetovanja tiskarstva dizajna i grafičkih komunikacija Blaž Baromić. Zbornik sadrži znanstvene radeve kroz koje su pokrivene teme Savjetovanja: povijest tiskarstva, knjige i pisma, grafičke komunikacije i mediji, grafički dizajn, fotografija, izdavaštvo, priprema za tisak, tisak, dorada, ambalaža, sustav upravljanja bojom i kolorimetrija, materijali, postojanost papira i otiska, kontrola kvalitete, marketing, ekologija i ostale teme vezane uz tiskarstvo, dizajn i grafičke komunikacije. Posebno poglavje čine mentorirani studentski radovi koji su nominirani za Nagradu za najbolji studentski rad.

Radovi objavljeni u ovom zborniku su kroz pozvano predavanje, predavanja i postersku sekciju predstavljeni na 14. međunarodnom savjetovanju tiskarstva, dizajna i grafičkih komunikacija Blaž Baromić koji se održalo u Senju od 6. do 9. listopada 2010. godine.

Vjerujem da ćete u objavljenim radovima pronaći zanimljive podatke o razvoju grafičke tehnologije te novim izazovima i njihovim rješenjima koji se svakodnevno postavljaju pred grafički dizajn kao i utjecaju koji imaju svi oblici komunikacija koji se ostvaruju kroz grafičke i srodne medije.

Urednik

Foreword

The Proceedings of the 14th International Conference on Printing, Design and Graphic Communications Blaž Baromić is in front of you. The Proceedings contents abstracts of scientific papers covering Conference topics: History of printing, book and script, Graphic communications and media, Graphic design, Photography, Publishing, Prepress, Press, Postpress, Packaging, Colour management, Materials, Paper and print durability, Quality control, Marketing, Ecology and other topics related to printing, design and graphic communications. Special chapter of the Proceedings is chapter with mentored students papers nominated for the Prize for the best student paper.

Papers published in the Proceedings are presented as invited lecture, oral presentations and posters during 14th International Conference on Printing, Design and Graphic Communication Blaž Baromić, which is held in Senj, Croatia from October 6th till October 9th 2010.

I believe that, in papers published in the Proceedings, you will find interesting data and information about the development of graphic technology and new challenges, and their solutions, which graphic design is daily facing as well as about the impact of all forms of communication realized through graphics and related media.

Editor

Sadržaj / Contents

PRIMJENA BOJENE METRIKE U DIZAJNU APPLYING OF COLOUR METRIC IN DESIGN Đurđica Parac-Osterman	11
UTJECAJ BOJE TEKSTILNE PODLOGE KOD Tiska TEKSTILA CMY SUSTAVOM BOJA INFLUENCE OF PRINTING SUBSTRATE OF COLOURATION IN TEXTILE PRINTING WITH PROCESS COLOURS Martina Ira Glogar, Đurđica Parac-Osterman	20
OPTICAL DENSITIES VS. GAMUT VOLUMES FOR IMAGE LIGHTFASTNESS EVALUATION. AN EXPERIMENTAL STUDY. Michal Veselý, Petr Dzik, Silvia Káčerová	27
FINER PIGMENT FOR BETTER PRINT Rok Rutar, Vera Rutar, Klemen Možina	36
DETERMINATION OF WHITENESS INDEX OF WHITE BASE PRIMER WITH DIFFERENT MEASURING DEVICES IN CORRELATION WITH THE REPRODUCTION OF PROCESS COLOURS IN OFFSET PRINTING Sandra Dedijer, Igor Karlović, Dragoljub Novaković	46
FREE AND OPEN SOURCE SOFTWARE IN PREPRESS Ákos Borbély	55
UPOTREBA HP LATEX TEHNOLOGIJE U IZRADI SLUŽBENIH POMORSKIH KARATA USE OF HP LATEX PRINTING TECHNOLOGY IN OFFICIAL NAUTICAL CHARTS PRODUCTION Tonći Jeličić, Josip Kasum, Igor Zjakić	61
HARMONIJA IZMEĐU TIPOGRAFSKOG PISMA I MATEMATIČKIH KRIVULJA HARMONY BETWEEN TYPEFACE AND MATHEMATICAL CURVES Klementina Možina, Žiga Vukčević	71
HRVATSKI POLITIČKI PLAKAT: PREDSJEDNIČKI IZBORI 2009. I UTJECAJ PERSONALIZACIJE NA IDEJNA RJEŠENJA CROATIAN POLITICAL POSTERS: PRESIDENTIAL ELECTIONS 2009 AND INFLUENCE OF PERSONALIZATION TO CREATIVE SOLUTIONS Dario Čerepinko, Maja Brozović	78
COMPARATIVE STUDY ON THE LIGHTFASTNESS OF TRADITIONAL AND MODERN INKJET PHOTOGRAPHIC OUTPUT MEDIA Petr Dzik, Michal Veselý, Eva Štěpánková	88
LOMOGRAFIJA LOMOGRAPHY Miroslav Mikota, Ivana Pavlović, Marina Paulenka	98
KOLORIMETRIJA U NOVINSKOM TISKU COLORIMETRY IN NEWSPAPER PRINTING Ivana Bak, Mario Barišić	107

READABILITY OF DIFFERENT UHF RFID TAGS Urška Bogataj, Tadeja Muck, Marijan Maček	115
OBJEKTIVNOST DOŽIVLJAJA REPRODUKCIJE AKROMATSKIH BOJA EXPERIENCE OBJECTIVITY OF REPRODUCTION WITH ACROMATIC COLOURS Siniša Bogdanović, Igor Zjakić, Irena Bates	123
ANALYSIS OF THE COLOUR PRINTS IN NEWSPAPERS Klemen Možina, Majda Koritnik, Sabina Bračko	133
THE EVALUATION OF PAPER AND BOARD PROPERTIES FOR PRINTING OF GRAPHIC PRODUCT Marjeta Černič	142
COMPARISON OF FLOP INDEX OF EFFECT PIGMENTS MEASURED AT VARIOUS ILLUMINATIONS Mirica Debeljak, Diana Gregor-Svetec	151
SVJETLOSTALNOST NOVINSKOG TISKA NAČINJENOG S MODERNIM REPROMATERIJALIMA THE LIGHT FASTNESS OF NEWSPAPER PRINTS ON MODERN USEABLES Eugen Dobrić, Dejan Kumpar, Kristijan Golubović, Igor Zjakić	158
ISTRAŽIVANJE KOROZIJE U SUSTAVIMA OFSETNOG TISKA INVESTIGATION OF CORROSION IN OFFSET PRINTING Krešimir Dragčević, Mladen Lovreček	166
REALIZACIJA KOLOR FOTOGRAFSKE ILUSTRACIJE SPOTNIM BOJAMA REALIZATION OF COLOR PHOTO.ILLUSTRATION WITH SPOT COLORS. Katarina Draženović Metelko, Iva Kristanić Budimlić	176
GOING GREEN: EFFECTIVE SOLUTIONS TO MITIGATE ENVIRONMENTAL IMPACTS IN TRADITIONAL PRINTING TECHNOLOGIES Csaba Horvath	184
EXPLORING THE EFFECTIVENESS OF A PUBLIC USER INTERFACE: THE CASE OF THE ATHENS TRAM TICKET ISSUING MASHINES Chrysoula Gatsou, Iliana Apostolidou, Anastasios Politis, Dimitrios Zevgolis	190
POKUSI S RAČUNALOM U NASTAVI FIZIKE NA GRAFIČKOM FAKULTETOM COMPUTER SUPPORTED EXPERIMENTS IN PHYSICS EDUCATION AT FACULTY OF GRAPHIC ARTS Katarina Itrić, Vesna Džimbeg-Malčić	203
PRIJEDLOG MODELA ODREĐIVANJA NAKLADE SLUŽBENIH POMORSKIH KARATA PROPOSING A MODEL FOR DETERMINING THE PRINT RUN OF OFFICIAL NAUTICAL CHARTS Tonći Jeličić, Josip Kasum, Kristina Vladislavić	211
PRIMJENA GUGGENHEIM-ANDERSON-DE BOER (GAB) MODELA U ANALIZI REOLOŠKIH SVOJSTAVA VALOVITOG KARTONA APPLICATIN OF GUGGENHEIM-ANDERSON-DE BOER (GAB) MODEL IN ANALYSIS OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF CORRUGATED CARDBOARD. Denis Jurečić, Tigran Jokić, Petar Miljković, Jelena Kajganović	220

NOVI MEDIJI U MARKETINŠKOJ I TRŽIŠNOJ KOMUNIKACIJI NEW MEDIA IN THE MARKETING AND MARKET COMMUNICATION Igor Klopotan, Snježana Ivančić, Dean Valdec	229
EVALUACIJA PERCEPCIJE STIMULUSNOG KONTRASTA ZELENE BOJE ADITIVNE SINTEZE PRIMJENJENE NA EFEKTU KOFFKINOGL PRSTENA EVALUATION OF STIMULUS CONTRAST PERCEPTION OF GREEN COLOR ADDITIVE SYNTHESIS APPLIED ON EFFECT KOFFKA RING Mile Matijević, Nikola Mrvac, Marin Milković, Ante Tomaš	237
USKLAĐENOST TISKANE KOMERCIJALNE KUTIJE S MJERILIMA ZA KORIŠTENJE ZNAKA „PRIJATELJ OKOLIŠA“ COMPATIBILITY OF PRINTING COMMERCIAL BOX FOR USING LOGO „ENVIRONMENTALLY FRIENDLY“ Goran Medek, Ivan Čuljak	243
UTJECAJ KONVERZIJE RGB DIGITALNOG ZAPISA U GRayscale MOD NA TONOVE KOŽE CRNO-BIJELE PORTRETNE FOTOGRAFIJE EFFECT OF RGB DIGITAL RECORDS CONVERSION IN GRayscale MODE ON THE SKIN TONES OF BLACK AND WHITE PORTRAIT PHOTOGRAPHS Miroslav Mikota, Ivana Pavlović	250
EFFECTS OF DISPLAY GAMMA AND THE VIEWING CONDITIONS ON THE APPEARANCE OF COLOURS VIEWED ON LCD MONITORS Neda Milić, Ivana Tomić, Dragoljub Novaković	259
DIZAJNIRANJE INFORMACIJSKOG SUSTAVA GRAFIČKE INDUSTRIJE U PROCESU NJENOG UMREŽENJA INFORMATION SYSTEM OF GRAPHIC ARTS INDUSTRY DESIGN IN PROCESS OF NETWORKING Petar Miljković, Vesna Kropar Vančina, Denis Jurečić	267
ANALYSIS OF COLOUR PRINTS IN NEWSPAPERS Klemen Možina, Majda Koritnik, Sabina Bračko	274
INK KEY PRESETTING BASED ON DIGITAL IMAGES OF THE PLATES – COST FREE SOLUTION FOR SMALL AND MEDIUM SIZED PRINT ENTERPRISES Jove Pargovski	283
MOGUĆNOST PRIMJENE VOLFRAMOVE I NITRAPHOT RASVJETE U SUSTAVU DIGITALNE PORTRETNE FOTOGRAFIJE POSSIBILITY OF APPLICATION TUNGSTEN AND NITRAPHOT LIGHTING IN DIGITAL PORTRAIT PHOTOGRAPHY SYSTEM Ivana Pavlović, Miroslav Mikota	292
ANALIZA METODIKE PREZENTACIJE INFORMACIJA U HRVATSKIM TISKANIM MEDIJIMA PRIMJENOM TEORIJSKIH PRAVILA GESTALTA GESTALT THEORY RULES BASED ANALYSIS OF INFORMATION PRESENTATION METHODS IN CROATIAN PRINT MEDIA Mario Periša, Darijo Čerepinko, Marin Milković	300
SINTEZA I RAVNOTEŽA INTERAKCIJA FOTOGRAFSKIH PROCESA I GESTI. FOTOGRAFIJA KAO SINERGIJSKI GESTIV SYNTHESIS AND BALANCE OF INTERACTION BETWEEN PHOTOGRAPHIC PROCESSES AND GESTURES Mario Periša, Tihomir Engler, Goran Kozina	310

VEZA DOMINANTNOG OKA I SKLONOSTI GLEDANJA KROZ TRAŽILO SLR FOTOAPARATA RELATION BETWEEN DOMINANT EYE AND VIEWING THROUGH SLR CAMERA VIEWER Mario Periša, Kristina Jurešić, Marino Plečaš	320
ANALITIČKI OPIS RUBA RASTERSKOG ELEMENTA ANALYTICAL DESCRIPTION OF SCREEN ELEMENT EDGE Katja Petric Maretić, Igor Majnarić, Damir Modrić	330
WOFF – WEB OPEN FONT FORMAT Blaž Rat, Klementina Možina	344
DEVELOPMENT OF THE “DEPTH OF FIELD” OPTICAL METHOD FOR THE TOPOGRAPHIC ANALYSIS OF PAPER ROUGHNESS Leopold Scheicher	354
DEFINIRANJE POSTAVKI OBRADE 3D GRAFIČKE SCENE U SVRHU OPTIMIZACIJE VREMENA DEFINING RENDER SETTINGS FOR 3D GRAPHICS SCENES IN ORDER TO OPTIMIZE THE PROCESSING TIME Tibor Skala, Robert Muža	362
UPOTREBA HIJERARHIJSKIH KINEMATIČKIH LANACA U SVRHU POKRETA U 3D RAČUNALNOJ ANIMACIJI USE OF HIERARCHIAL KINEMATIC CHAINS IN PURPOSE OF MOVEMENT IN 3D COMPUTER ANIMATION Tibor Skala, Antonija Jelić	371
THE INFLUENCE OF UCR AND GCR COLOUR SEPARATION TECHNIQUES ON REPRODUCIBLE COLOURS IN INK-JET PRINTING Ivana Tomić, Igor Karlović, Dragoljub Novaković	380
SIGURNOST WEB APLIKACIJA WEB APPLICATION SECURITY Mario Tomiša, Nikola Mrvac, Goran Kozina	389
DETERMINATION OF THE MINIMUM DOT AND ANILOX LINE SCREEN USED FOR FLEXOGRAPHY Dean Valdec, Irena Bates, Kristijan Golubović	399
STUDENTSKI RADOVI STUDENT PAPERS	
THE ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF AM AND FM SCREENING METHODS IN REPRODUCTION PHOTOGRAPHY Ana Agić, Marijana Novaković	412
RAČUNALNO GENERIRANA HOLOGRAFIJA COMPUTER GENERATED HOLOGRAPHY Alan Divjak, Marko Maričević, Mauro Jurinčić	420
PRIMJENA HEKSAKROM TEHNIKE ZA POVEĆANJE KVALITETE GRAFIČKIH PROIZVODA APPLICATION OF HEXACHROM TECHNIQUE FOR GRAPHIC PRODUCT QUALITY INCREASE Ines Gašljević	429

VAŽNOST PRIMJENE PRINCIPIA KORISNIČKI ORIJENTIRANOG DIZAJNA U RAZVOJNOM
PROCESU RAČUNALNIH SUSTAVA

IMPORTANCE OF USER-CENTERED DESIGN PRINCIPLES IN DEVELOPMENT CYCLE
OF ELECTRONIC SYSTEMS

Bojan Kanižaj

437

USPOREDBA PRIRASTA RTV NA RAZLIČITIM NOVINSKIM ROTACIJAMA

COMPARISON OF DOT GAIN ON DIFFERENT PRINTING NEWSPAPER ROTO MACHINES

Žarko Keić

447

KVALITETA Tiska AMBALAŽE KROZ NAKLADU

PRINT QUALITY OF PACKAGING THROUGH CIRCULATION

Marina Klanjac Gubić, Neda Knežević

454

INTEGRACIJA POSTUPAKA KOD 3D RAČUNALNOG MODELIRANJA - METODA STOLNOG KIPARSTVA

PROCESS INTEGRATION IN 3D COMPUTER MODELING - DESKTOP SCULPTURING METHOD

Lana Madračević, Ana Materni

463

ANALIZA UTJECAJA 3 X 3 KONVOLUCIJSKE JEZGRE NA KONAČNU SLIKU.

ANALYSIS OF 3 X 3 CONVOLUTION KERNEL IMPACT ON A FINAL IMAGE

Mara Modrić, Sandra Mustać

474

ISTRAŽIVANJE MAŠTOVITOSTI PREDŠKOLSKE VRTIĆKE DJECE S OBZIROM NA DIZAJNERE U
MARKETINŠKOJ AGENCIJI

IMAGINATION RESEARCH OF PRESCHOOL CHILDREN, COMPARED TO DESIGNERS WORKING
IN ADVERTISING AGENCY.

Marina Lovrek, Maša Lovrin

482

KAKO PRILAGODITI TISAK I DIZAJN ZA EKOLOŠKI OSVIJEŠTEN PROIZVOD

HOW TO ADJUST PRINTING AND DESIGN FOR ECOLOGICALLY CONSCIOUS PRODUCT

Ivana Lukić, Boris Radulović, Goran Tomičić

493

ISTODOBNA SINTEZA ORGANOBENTONITA I SORPCIJA ANIONSKOG BOJILA
NA ORGANOBENTONIT.

Suzana Zadravec

502

UTJECAJ REZOLUCIJE ISPISA UV INKJET TEHNOLOGIJOM NA KVALitetu KOLORNE REPRODUKCIJE
INFLUENCE OF UV INKJET PRINTING RESOLUTION ON THE QUALITY OF COLOR REPRODUCTION

Paula Yadranka Žitinski Elias, Matija Bukal Hetrich, Aleta Radin

510

PRIMJENA GUGGENHEIM-ANDERSON-DE BOER (GAB) MODELAA U ANALIZI REOLOŠKIH SVOJSTAVA VALOVITOG KARTONA

APPLICATION OF THE GAB MODEL IN THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF CORRUGATED BOARD ANALYS

Denis Jurečić¹, Tigran Jokić¹, Petar Miljković², Jelena Kajganović¹, Suzana

Pasanec Preprotić¹

¹Grafički fakultet, Getaldićeva 2, 10000 Zagreb

²Edit d.o.o., Vlaška 64, 10000 Zagreb

SAŽETAK

U radu se proučava primjena GAB modela u svrhu kreiranja izotermi sorpcije vlage peterslojnog valovitog kartona sa ciljem procjenjivanja ECT kao dominantnog parametra tlačne čvrstoće ambalaže od valovitog kartona u ovisnosti o sadržaju vlage pri odgovarajućoj relativnoj vlažnosti i temperaturi okoline. U nestabilnim i promjenljivim uvjetima relativne vlažnosti i temperature, ambalaža od valovitog kartona, osobito u distribuciji agrokultura, pokazuje izrazito reološko ponašanje što je posljedica higroskopnosti valovitog kartona, zbog čega se vijek trajanja ambalaže drastično smanjuje.

Ključne riječi: GAB model, izoterme sorpcije, sadržaj vlage, valoviti karton, ECT

ABSTRACT

The paper analyzes the application of GAB model on the creation of moisture sorption isotherms of double wall corrugated board in order to predict ECT as a dominant parameter of compressive strength of corrugated packaging as a function of moisture content from surrounding temperature and humidity. In an unstable and changing conditions of relative humidity and temperature, corrugated packaging, in particular in the distribution of fruits and vegetables, shows strong rheological behavior as the result of hygroscopicity corrugated board, which is why the lifetime of the packaging drastically reduced.

Key words: GAB model, moisture sorption isotherms, moisture, corrugated board, ECT

1 UVOD

Ambalaža od valovitog kartona koja se koristi u distribuciji agrokultura susreće se na svom distribucijskom putu od proizvođača do potrošača s vrlo promjenljivim uvjetima relativne vlažnosti i temperature okoline. Distribucijski put podrazumijeva najčešće dulji boravak u različitim hladnjačama pri prijevozu i skladištenju, te kratkotrajno izlaganje vanjskim atmosferskim uvjetima pri pretovaru. U hladnjačama radi očuvanja kvalitete i kvantitete voća i povrća vladaju niske temperature i visoka relativna vlažnost što ima izrazito nepovoljan utjecaj na mehanička svojstva valovitog kartona transportne ambalaže. U tim uvjetima, zbog higroskopnosti celuloznih vlakanaca, pojačava se reološko ponašanje valovitog kartona, odnosno dolazi do porasta deformacija u jedinici vremena pri konstantnom tlačnom opterećenju što ima za posljedicu značajno smanjenje vijeka trajanja ambalaže.

Stoga je razumijevanje utjecaja sadržaja vlage na tlačnu čvrstoću ključno za optimalno projektiranje ambalaže od valovitog kartona u distribuciji agrokultura. U prvom dijelu rada analizira se primjena Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB) modela sa svrhom definiranja funkcionalnog odnosa između sadržaja vlage valovitog kartona s jedne i relativne vlažnosti i temperature zraka s druge strane. U drugom dijelu rada istražuje se ovisnost između ECT-a (Edge Crush Test) valovitog kartona kao dominantnog parametra tlačne čvrstoće transportne ambalaže i sadržaja vlage u valovitom kartonu.

2 TEORETSKI DIO

U ravnotežnim uvjetima sadržaj vlage u valovitom kartonu ovisi o relativnoj vlažnosti i temperaturi zraka koji ga okružuje. Sadržaj vlage definiran je kao omjer mase apsorbirane vlage i mase suhog valovitog kartona. GAB model ima široku primjenu u prehrambenoj industriji pri analizi adsorpcije i desorpcije vlage različitih prehrambenih proizvoda, osobito voća i povrća. Prema Eagletonu i Marcondesu (5) GAB model moguće je primijeniti i na papir, odnosno valoviti karton koji onda u svom osnovnom obliku glasi:

$$m = \frac{m_0 \cdot c \cdot k \cdot r}{(1 - k \cdot r) \cdot (1 - k \cdot r + c \cdot k \cdot r)} \quad (1)$$

gdje je:

m – ravnotežni sadržaj vlage valovitog kartona pri adsorpciji ili desorpciji vlage iz zraka (u % ili g vlage/100g suhog valovitog kartona)

BLAŽ BAROMIĆ 2010 PROCEEDINGS

14. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE TISKARSTVA, DIZAJNA I GRAFIČKIH KOMUNIKACIJA

r – relativna vlažnost zraka (u %)

m_0 – sadržaj vlage pri zasićenju monosloja (u %); c, k - Guggenheimovi koeficijenti

Obzirom da želimo povezati ECT kao mjeru krutosti i čvrstoće valovitog kartona sa atmosferskim uvjetima u kojima se ambalaža nalazi potrebno je Guggenheimove koeficijente izraziti preko temperature. U modificiranom GAB modelu prema Lievonenu i Roosu (6) koeficijente m_0 , c, k možemo definirati kao funkcije temperature zraka:

$$c(T) = c_1 \cdot e^{\frac{c_2}{T}}, k(T) = k_1 \cdot e^{\frac{k_2}{T}}, m_0(T) = m_1 \cdot e^{\frac{m_2}{T}} \quad (2)$$

Ovako definiran GAB model predstavlja sadržaj vlage u valovitom kartonu kao funkciju dvije varijable, relativne vlažnosti i temperature zraka $m = f(r, T)$ sa 6 bezdimenzionalnih koeficijenata m_1 , m_2 , c_1 , c_2 , k_1 i k_2 koji ovise o svojstvima valovitog kartona.

ECT (Edge Crush Test) valovitog kartona predstavlja osnovnu mjeru krutosti i tlačne čvrstoće valovitog kartona, s kojom možemo u većoj mjeri procijeniti tlačnu čvrstoću ambalaže (BCT - Box Compression Strength) izrađenu od dotičnog valovitog kartona.

3 EKSPERIMENTALNI DIO

Ispitivanja su provedena na peteroslojnem valovitom kartonu koji se koristi u proizvodnji ambalaže za transport i distribuciju voća i povrća. Sastavnice korištenog valovitog kartona su: 135 g/m² bijeli kraftliner (vanjski ravni sloj), 175 g/m² SC fluting (valoviti sloj), 175 g/m² SC fluting (srednji ravni sloj), 175 g/m² SC fluting (valoviti sloj) 175 g/m², kraftliner 175 g/m² (unutrašnji ravni sloj). Uzorci opisanog valovitog kartona izloženi su 14 dana kondicioniranim uvjetima temperatura 3,10 i 23° C i relativnih vlažnosti zraka 50, 72 i 90%.

Pri svakoj temperaturi i odgovarajućoj relativnoj vlažnosti izmjeren je sadržaj vlage u uzorcima peteroslojnog valovitog kartona, te je provedeno ispitivanje ECT-a na L&W Crush Testeru. Podaci o sadržaju vlage su ubačeni u GAB model, te su regresijskom analizom određeni svi GAB-ovi koeficijenti.

Za regresijsku analizu ECT-a u ovisnosti o sadržaju vlage korištena je eksponencijalna regresijska funkcija prema Salmenu (3):

$$ECT = a \cdot e^{b \cdot m} \quad (\text{kN/m}) \quad (3)$$

BLAŽ BAROMIĆ 2010 PROCEEDINGS

14. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE TISKARSTVA, DIZAJNA I GRAFIČKIH KOMUNIKACIJA

$$ECT_r = \frac{ECT}{ECT_0} = a_1 \cdot e^{b \cdot m} \quad (\%) \quad (4)$$

ECT_r - relativni ECT (%)ECT₀ – ECT pri standardnim uvjetima temperature i relativne vlažnosti 50% i 23°C (kN/m)

ECT – izmjereni ECT valovitog kartona za sadržaj vlage m (kN/m)

a, a₁ i b – regresijski koeficijenti

Na kraju su objedinjeni izrazi m = f(r,T) i ECT_r = f(m), te je dobivena funkcionalna veza između peterslojnog valovitog kartona i temperature i relativne vlažnosti zraka ECT_r = f(r,T).

Cjelokupna regresijska analiza napravljena je u programu Mathematica® 7.

4 REZULTATI

U tablici 1. prikazani su svi koeficijenti osnovnog i modificiranog GAB-ovog modela dobiveni regresijskom analizom. Obzirom na visoke koeficijente determinacije GAB model izvrsno procjenjuje izmjerene eksperimentalne vrijednosti sadržaja vlage u valovitom kartonu za zadane temperature i relativne vlažnosti zraka.

Tablica 1. Koeficijenti u GAB-ovim modelima za adsorpcijske izoterme pri 3,10 i 23°C

Koeficijenti u osnovnom GAB modelu m = f (r)						
Temperatura T [K]	m ₀	c	k	R ²		
276.15 (3°C)	5.926	11.86	0.009062	0.987		
283.15 (10°C)	5.056	11.85	0.009067	0.962		
296.15 (23°C)	4.824	10.856	0.00901	0.935		
Koeficijenti u modificiranom GAB modelu m = f (r,T)						
m ₁	m ₂	c ₁	c ₂	k ₁	k ₂	R ²
0.9658	483.47	3.067	376.878	0.006947	75.101	0.921

BLAŽ BAROMIĆ 2010 PROCEEDINGS

14. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE TISKARSTVA, DIZAJNA I GRAFIČKIH KOMUNIKACIJA

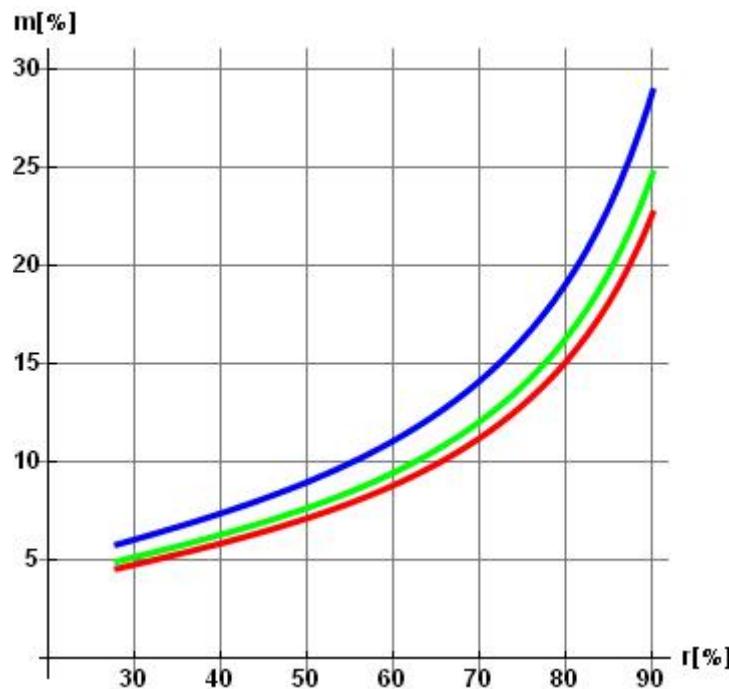
Uvrštavanjem koeficijenata dobivenih regresijskom analizom u GAB model dobili smo izraz za sadržaj vlage valovitog kartona u ovisnosti o relativnoj vlažnosti i temperaturi zraka:

$$m = \frac{0.02058 \cdot r \cdot e^{\frac{935.449}{T}}}{\left(1 - 0.006948 \cdot r \cdot e^{\frac{75.101}{T}}\right) \cdot \left(1 - 0.006948 \cdot r \cdot e^{\frac{75.101}{T}} + 0.02131 \cdot r \cdot e^{\frac{451.979}{T}}\right)} \quad (5)$$

Regresijskom analizom rezultata ECT-a pri odgovarajućim sadržajima vlage valovitog kartona koristeći prethodno navedenu eksponencijalnu regresijsku funkciju dobiveni su koeficijenti regresije a, a₁ i b uz ($R^2 = 0.992$), te izrazi za ECT i ECT_r glase:

$$ECT = 24.734 \cdot e^{-0.0673 \cdot m} \quad (6)$$

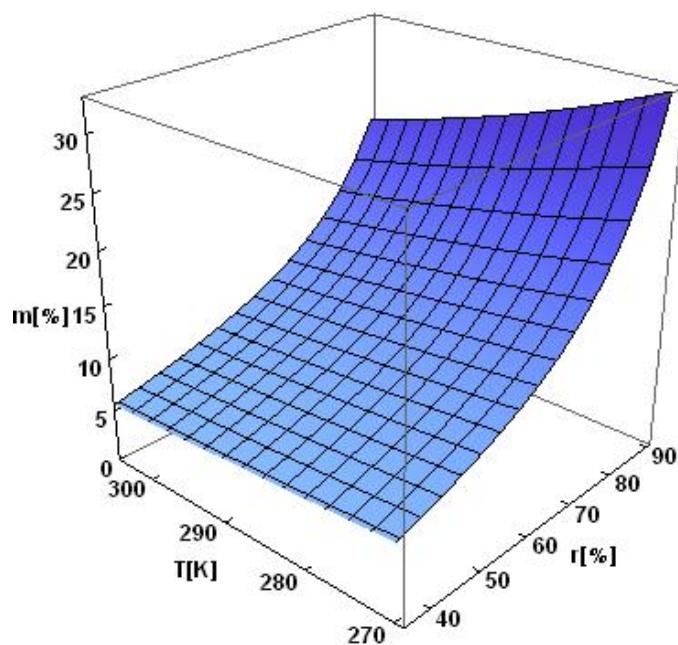
$$ECT_r = 160.922 \cdot e^{-0.0673 \cdot m} \quad (7)$$



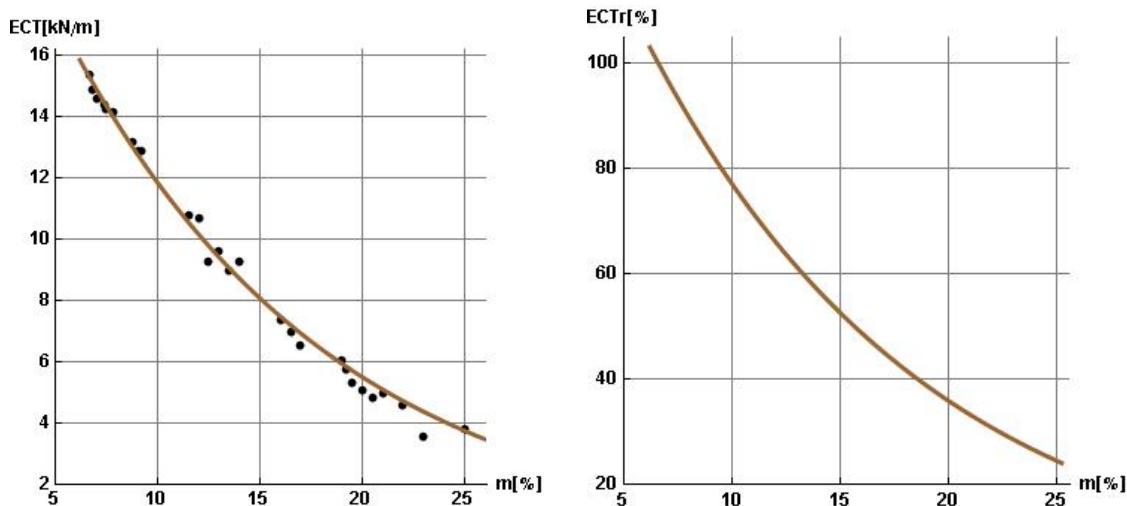
Slika 1. Izoterme sorpcije vlage valovitog kartona pri temperaturama 3°C (plava krivulja), 10°C (zelena krivulja) i 23°C (crvena krivulja)

BLAŽ BAROMIĆ 2010 PROCEEDINGS

14. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE TISKARSTVA, DIZAJNA I GRAFIČKIH KOMUNIKACIJA



Slika 2. Sadržaj vlage valovitog kartona u ovisnosti o relativnoj vlažnosti i temperaturi zraka



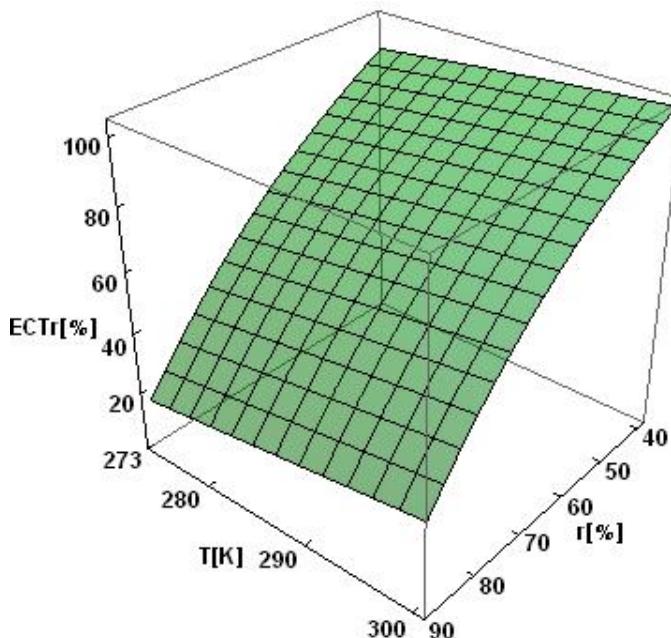
Slika 3. a) i b) ECT i ECT_r valovitog kartona kao funkcije sadržaja vlage u valovitom kartonu

Uvrštavanjem izraza (5) u izraz (7) dobivamo odnos između relativnog ECT-a peterslojnog valovitog kartona i relativne vlažnosti i temperature zraka:

BLAŽ BAROMIĆ 2010 PROCEEDINGS

14. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE TISKARSTVA, DIZAJNA I GRAFIČKIH KOMUNIKACIJA

$$ECT_r = f(r, T) = 160.922 \cdot e^{\frac{935.449}{-0,0013857 \cdot r \cdot e^{\frac{75.101}{T}}}} \left(\frac{75.101}{1 - 0.006948 \cdot r \cdot e^{\frac{75.101}{T}}} \right) \left(\frac{451.979}{1 - 0.006948 \cdot r \cdot e^{\frac{75.101}{T}} + 0.02131 \cdot r \cdot e^{\frac{451.979}{T}}} \right) \quad (8)$$



Slika 4. Relativni ECT valovitog kartona u ovisnosti o različitim temperaturama i relativnim vlažnostima zraka

5 DISKUSIJA

Prema izotermama sorpcije vlage na slici 1. ravnotežni sadržaj vlage ispitivanog peterslojnog valovitog kartona raste pri smanjenju temperature, osobito u području nižih temperatura. Tako primjerice pri konstantnoj relativnoj vlažnosti zraka od 60% smanjenju temperature od 23°C na 10°C odgovara porast sadržaja vlage za 10%, dok pri promjeni temperature s 10°C na 3°C sadržaj vlage u valovitom kartonu raste za dalnjih 35%. S druge strane, ukoliko pri nekoj konstantnoj temperaturi npr. 10°C dođe do promjene relativne vlažnosti zraka s 50% na 72% možemo očekivati povećanje sadržaja vlage za oko 80%, dok će pri promjeni relativne vlažnosti od 72% na 90% doći do porasta sadržaja vlage za dalnjih 50%. Povećanje relativne vlažnosti zraka rezultira očekivano porastom sadržaja vlage u valovitom kartonu gdje se ovaj porast povećava kako se približavamo području visokih

relativnih vlažnosti. Dakle, smanjujući temperaturu, te povećavajući relativnu vlažnost zraka, osobito u područjima visokih relativnih vlažnosti i niskih temperatura, dolazi do drastičnog povećanja ravnotežnog sadržaja vlage valovitog kartona.

Porastom sadržaja vlage dolazi do eksponencijalnog smanjenja ECT-a ispitivanog valovitog kartona (slika 3. a i b). Slika 4. nam otkriva u kojoj mjeri je relativna vlažnost zraka utjecajniji parametar od temperature zraka na ECT valovitog kartona. Naime, pri nekoj konstantnoj relativnoj vlažnosti zraka relativno velika promjena temperature zraka npr. za 20°C ima mali utjecaj na smanjenje ECT-a prosječno oko 12%, dok promjena relativne vlažnosti npr. od 50% na 90% pri nekoj konstantnoj temperaturi rezultira drastičnim smanjenjem ECT-a za prosječno oko 60 %.

6 ZAKLJUČAK

GAB model uspješno je primijenjen u konstrukciji izotermi sorpcija vlage u rasponu temperatura od 3° do 23°C i relativnih vlažnosti zraka od 50 do 90% pri čemu se sadržaj vlage u peteroslojnem valovitom kartonu mijenja od 6.67 do 25.71 g/100g. Predstavljeni model vrijedi za uvjete adsorpcije koji su najčešće prisutni kod ambalaže od valovitog kartona za distribuciju voća i povrća obzirom na skladištenje u hladnjачama različitog tipa i izloženost niskim temperaturama i visokoj relativnoj vlažnosti zraka.

Kombinirajući sadržaj vlage valovitog kartona kao funkciju relativne vlažnosti i temperature zraka s jedne strane i ovisnost ECT-a valovitog kartona o sadržaju vlagu s druge strane dobili smo izraz koji nam omogućava direktnu procjenu ECT-a ovisno o vlažnosti i temperaturi okoline.

7 LITERATURA

1. Kajanto I. And Niskanen K. Dimensional stability. In Paper Physics, Book 16 of Paper Science and Technology Series, Niskanen (ed.) Fapet Oy: Helsinki 1998; chapter 7.
2. Niskanen K. Rheology and moisture effects. In Paper Physics, Book 16 of Paper Science and Technology Series, Niskanen (ed.) Fapet Oy: Helsinki 1998; chapter 8.

BLAŽ BAROMIĆ 2010 PROCEEDINGS

14. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE TISKARSTVA, DIZAJNA I GRAFIČKIH KOMUNIKACIJA

3. Salmen L. Responses of paper properties to changes in moisture content and temperature. In Products of Papermaking, vol 1, Baker CF (ed.), Pira International: Leatherhead, 1993; 369-430
4. Haslach HW Jr. The moisture and rate-dependent mechanical properties of paper: a review. *Mech. Time-dependent Mater.* 2000;4: 169-210
5. Eagleton DG and Marcondes JA. Moisture sorption isotherms for paper-based components of transport packaging for fresh produce. *Tappi J.* 1994; 77(7): 75-80.
6. Lievonen SM and Roos YH. Water sorption of food models for studies of glass transition and reaction kinetics. *J.Food Sci.* 2002; 67(5): 1758-1766.
7. Leake CH and Wojcik R. Humidity cycling rates: how they influence container life spans. *Tappi J.* 1993; 76(10): 26-30.

ORGANIZATORI / ORGANIZERS

Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet

University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, Croatia

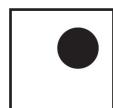
Ogranak Matice hrvatske Senj, Hrvatska

Univerza v Ljubljani, Naravoslovno-tehnička fakulteta, Ljubljana, Slovenija

University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Slovenia

Inštitut za celulozo in papir, Ljubljana, Slovenija

Pulp and paper Institute, Ljubljana, Slovenia



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet



Univerza v Ljubljani



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

SUORGANIZATOR / CO-ORGANIZER

University of Technology, Faculty of Chemistry, Brno, Czech Republic

ISBN 978-953-7644-06-2