



Tehnološko-metalurški fakultet
Univerziteta u Beogradu
Faculty of Technology and Metallurgy
University of Belgrade



Faculty of Technology and Metallurgy
University of Belgrade
Center for Pulp, Paper, Packaging and
Graphics in Serbia

XX MEĐUNARODNI SIMPOZIJUM IZ OBLASTI CELULOZE, PAPIRA, AMBALAŽE I GRAFIKE

XX INTERNATIONAL SYMPOSIUM IN THE FIELD OF PULP, PAPER, PACKAGING AND GRAPHICS

Zbornik radova Proceedings

**Zlatibor, 16.-19. jun 2015.
Zlatibor, June 16th-19th 2015**

**BEOGRAD
BELGRADE**

Izdavač – Publisher

Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu
Centar celulozno-papirne, ambalažne i grafičke industrije Srbije

Za izdavača – In charge of Publishing

Prof. dr Đorđe Janačković, dekan

Glavni i odgovorni urednik – Editor-in-chief

Prof. dr Karlo Raić

Priprema za štampu – Prepress

Predrag Živković

Tiraž – Impression

180 primeraka

Štampa – Printed by

TMF, Beograd, RIC grafičkog inženjerstva
Karnegijeva 4, 11000 Beograd

ISBN 978-86-7401-323-6

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд



676(082)
621.798.14(082)
655(082)

МЕЂУНАРОДНИ симпозијум из области целулозе,
папира, амбалаже и графике (20 ; 2015 ; Златибор)

Zbornik radova / XX međunarodni
simpozijum iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike, Zlatibor, 16.-19. jun
2015. = Proceedings / XX International Symposium in the Field of Pulp, Paper,
Packaging and Graphics, Zlatibor, June,
16th-19th 2015. ; [organizator] Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u
Beogradu, Centar CPA&G industrije ; [glavni odgovorni urednik, editor-in-chief Karlo Raić]. - Beograd :
Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta, Centar celulozno-papirne, ambalažne i grafičke
industrije Srbije, 2015 (Beograd : Razvojno-istraživački centar grafičkog inženjerstva TMF). -
208 str. : ilustr. ; 30 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 180. -
Napomene i bibliografske reference uz tekst.
- Bibliografija uz svaki rad. - Summaries.

ISBN 978-86-7401-323-6

1. Технолошко-металуршки факултет
(Београд). Центар целулозно-папирне,
амбалажне и графичке индустрије Србије
а) Индустрија хартије и целулозе -
Зборници б) Индустрија амбалаже - Зборници
с) Графичка индустрија - Зборници
COBISS.SR-ID 199134476

XX MEĐUNARODNI SIMPOZIJUM IZ OBLASTI CELULOZE, PAPIRA, AMBALAŽE I GRAFIKE

XX INTERNATIONAL SYMPOSIUM IN THE FIELD OF PULP, PAPER, PACKING AND GRAPHICS

NAUČNI ODBOR SIMPOZIJUMA – SCIENTIFIC BOARD:

- Prof. Slobodan Jovanovic, Ph. D., Faculty of Tehnology and Metallurgy, (TMF) Belgrade, Serbia, chairman
- Prof. Djordje Janackovic, Ph. D., TMF, Belgrade, Serbia
- Prof. Lothar Götsching, Ph. D., University of Technology, Darmstadt, Germany
- Prof. Paul H. Wilson, Ph. D., TAPPI Pulp & Paper Safety Committee,
- Prof. Valentin I. Popa, Ph. D., Faculty of Chemical Industry, Iassi, Romania
- Prof. Stanka Nedeva, Ph. D., Pulp and Paper Institute, Sofia, Bulgaria
- Prof. Nenad Milosavljevic, Ph. D., Faculty of Chemical Engineering, Åbo Akademi University, Turku, Finland
- Prof. Predrag Zivkovic, Ph. D., TMF, Belgrade, Serbia
- Prof. Petar Uskokovic, Ph. D., TMF, Belgrade, Serbia
- Prof. Boris Loncar, Ph. D., TMF, Belgrade, Serbia
- Prof. Ivanka Popovic, Ph. D., TMF, Belgrade, Serbia
- Prof. Vladimir Valent, Ph. D., TMF, Belgrade, Serbia
- Prof. Srecko Nikolic, Ph. D., TMF, Belgrade, Serbia
- Prof. Zeljko Kamberovic, Ph. D., TMF, Belgrade, Serbia
- Prof. Borislav Jeftenic, Ph. D., ETF, Belgrade, Serbia
- Prof. Goran Jankes, Ph. D., Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, Serbia
- Aleksandar Nikolić, Ph.D., Electrical Engineering Institute Nikola Tesla, Belgrade, Serbia
- Marko Jagodic, BSc, DITP-Pulp and Paper Engineers and Technicians Association, Ljubljana, Slovenia
- Mateja Mesl, Mr. Sci., ICP - Pulp and Paper Institute, Ljubljana, Slovenia
- Prof. Diana Gregor Svetec, Ph. D., Faculty of Natural Sciences and Engineering, Ljubljana, Slovenia
- Dan Buteica, Ph.D., SC CEPROHART SA Braila, Romania
- Prof. Natasa Bogavac Cvetkovic, Ph. D., Union University - Nikola Tesla, Belgrade, Serbia
- Prof. Jasminka Sadadinovic, Ph. D., Faculty of Technology, Tuzla, Bosna & Herzegovina
- Sefkija Botonjic, Ph. D., Faculty of Metallurgy and Materials Science, Zenica, Bosna & Herzegovina
- Prof. Rade Knezevic, Ph. D., Lepenka, Novi Knezevac, Serbia
- Prof. Salim Ibrahimfendic, Ph. D., Faculty of Biotechnology, Bihac, Bosna & Herzegovina
- Prof. Milorad Krgovic, Ph. D., TMF, Belgrade, Serbia

ORGANIZACIONI ODBOR – ORGANIZATIONAL BOARD:

- Milorad Krgovic, Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade, chairman
- Nadezda Borna, TMF, Belgrade
- Marina Krsikapa, CPA&G, TMF, Belgrade
- Mijodrag Milojevic, KAPPA STAR GROUP, Belgrade
- Milos Ljusic, UMKA, Umka
- Dejan Eric, FH BEOGRAD, Belgrade
- Sinisa Krzman, AVALA ADA, Belgrade
- Danijela Osap, UMKA, Umka
- Mirjana Vasic, INTER PAPIR, Belgrade
- Zoran Petkovic, KARTONVAL, Belgrade
- Rajko Stanisavic, LEPENKA, Novi Knezevac
- Josif Cosic, MAGNETIC, Cacak
- Zoran Devic, PROGRES, Belgrade
- Vladimir Burda, Serbian Chamber of Commerce, Belgrade
- Ivana Zeljkovic, Belgrade Chamber of Commerce, Belgrade
- Mirko Stanic, NATRON HAYAT, Maglaj, B&H
- Vladimir Nikolic, FOPA, Vladicin Han
- Predrag Zivkovic, TMF, Belgrade
- Slobodan Jovanovic, TMF, Belgrade

CONTRIBUTORS – POKROVITELJI

- MINISTARSTVO PROSVETE, NAUKE I TEHNOLOŠKOG RAZVOJA REPUBLIKE SRBIJE, Beograd, Srbija
- PRIVREDNA KOMORA SRBIJE, Beograd, Srbija
- ACQUAFLEX s.r.l., Via Milano, Italy
- AMB GRAFIKA A.D., Novi Sad, Srbija
- AMF d.o.o., Medvode, Slovenija
- API GmbH, Obertrum am See, Austria
- AVALA ADA, A.D., Beograd, Srbija
- BIROGRAF ŠTAMPARIJA, Zemun, Srbija
- CALCIT d.o.o., Stahovica, Slovenia
- CONATUS d.o.o., Beograd, Srbija
- EUROPAPIER-DUNAV d.o.o., Beograd, Srbija
- FABRIKA HARTIJE BEOGRAD A.D., Beograd, Srbija
- FASIL A.D., Arilje, Srbija
- GAMA GRAFIČKI STUDIO, Beograd, Srbija
- KARTONVAL, Šabac, Srbija
- KEMIRA CHEMIE GesmbH, Krems, Austria
- KEMIRA KTM d.o.o., Ljubljana, Slovenija
- LEPENKA d.o.o., Novi Kneževac, Srbija
- LORENTZEN & WETTRE, Kista, SWEDEN
- METALAC A.D., Gornji Milanovac, Srbija
- NATRON HAYAT D.D., Maglaj, Bosna i Hercegovina
- OMYA INTERNATIONAL AG, Oftringen, Switzerland
- PULP AND PAPER INSTITUTE, Ljubljana, Slovenia
- SCHÄFERROLLS, d.o.o., Kranj, Slovenia
- SHP CELEX, A.D., Banja Luka, Bosna i Hercegovina
- SUPERLAB, Beograd, Srbija
- UMKA A.D., Umka, Srbija

SPONSORS – SPONZORI

- AMB GRAFIKA A.D., Novi Sad, Srbija
- DARKMARK d.o.o., Zemun - Beograd, Srbija
- D-BOX d.o.o., Beograd, Srbija
- DETO d.o.o., Pančevo, Srbija
- FUTURA ŠTAMPARIJA, Novi Sad, Srbija
- GRAFIPROF ŠTAMPARIJA d.o.o., Beograd, Srbija
- INTER PAPIR d.o.o., Zemun - Beograd,
- KOMAZEC d.o.o., Indjija, Srbija
- KUĆA ŠTAMPE GRAFOLIK, Beograd, Srbija
- MARGO MOND, Beograd, Srbija
- OMNI AMBALAŽA, Bačka Palanka, Srbija
- PANGRAF, Stara Pazova, Srbija
- PANPACKING d.o.o., Pančevo, Srbija
- PRINT ONE d.o.o., Beograd, Srbija
- RGM-PAK D.O.O., Gornji Milanovac, Srbija
- ST KOMERC GRAFO-PRINT, Žabalj, Srbija
- STOJKOV ŠTAMPARIJA, Novi Sad, Srbija
- ŠTAMPARIJA 6. OKTOBAR A.D., Pančevo, Srbija
- ŠTAMPARIJA ALBOMINA, Pirot, Srbija
- ŠTAMPARIJA GRAFIKA, Leskovac, Srbija
- ŠTAMPARIJA TIPOGRAFIK PLUS, Zemun, Srbija
- ŠTAMPARIJA M-GRAF d.o.o., Trstenik, Srbija
- ŠTAMPARIJA VERZAL d.o.o., Beograd, Srbija

**PROGRAM OF THE
XX INTERNATIONAL SYMPOSIUM IN THE FIELD OF
PULP, PAPER, PACKAGING AND GRAPHICS**

Zlatibor, Čigota, June, 16th-19th, 2015

**PROGRAM
XX MEĐUNARODNOG SIMPOZIJUMA IZ OBLASTI
CELULOZE, PAPIRA, AMBALAŽE I GRAFIKE**

Zlatibor, Čigota, 16-19. jun, 2015.



*Faculty of Technology and
Metallurgy
University of Belgrade*

*Tehnološko-metalurški
fakultet
Univerzitet u Beogradu*



*Center for Pulp, Paper,
Packaging and
Graphics in Serbia*

*Centar celulozno-
papirne, ambalažne i
grafičke industrije Srbije*

Official languages: English and Serbian
Službeni jezici: engleski i srpski

TUESDAY, June 16th
UTORAK, 16.06.2015.
19:00-21:00

 NOTIFICATION OF PARTICIPANTS AND
 DISTRIBUTION OF MATERIALS (HOTEL CIGOTA
 RECEPTION)

 PIJAVA UČESNIKA I PODELA MATERIJALA
 (RECEPCIJA HOTELA ČIGOTA)

WEDNESDAY, June 17th
SREDA, 17.06.2015.
08:00-09:00

 NOTIFICATION OF PARTICIPANTS AND
 DISTRIBUTION OF MATERIALS (HOTEL CIGOTA
 RECEPTION)

 PIJAVA UČESNIKA I PODELA MATERIJALA
 (RECEPCIJA HOTELA ČIGOTA)

09:00-09:15

 OPENING OF THE XX SYMPOSIUM
 OTVARANJE XX SIMPOZIJUMA

09:15 – 11:20
Chairman – Predsedava:
M. Krgović, V. Valent, B. Jeftenić
9:15-9:35 Lecture 1 – Predavanje 1

 PRAVCI RAZVOJA AMBALAŽE OD POLIMERNIH
 MATERIJALA

 THE DEVELOPMENT DIRECTIONS OF THE
 PACKAGING BASED ON POLYMER MATERIALS

 S. Jovanović¹, J. Džunuzović² i E. Džunuzović¹
¹ Faculty of Technology and Metallurgy, University of
 Belgrade; ² IHTM-Center for Chemistry, University of
 Belgrade, Belgrade, SERBIA

09:35-09:50 Lecture 2 - Predavanje 2

 REFINING VS ULTRASOUND FOR RECYCLED
 FIBERS

 POREĐENJE RAFINIRANJA I ULTRAZVUČNE
 OBRADRE RECIKLIRANIH VLAKANA

 T. Toplišek¹, M. Mraović¹, T. Muck^{1,2}
¹ Pulp and Paper Institute, Ljubljana, SLOVENIA;

² University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences
 and Engineering, Ljubljana, SLOVENIA

09:50-10:05 Lecture 3 – Predavanje 3

SECURITY INKS – GENERAL PRESENTATION

SIGURNOSNE BOJE – OPŠTI PREGLED

 M. Burlacu, M. Pătărlăgeanu, M. Dumitran,
 I. Dumitrașcu

Sc Ceprohart Sa Brăila, ROMANIA

10:05-10:20 Lecture 4 – Predavanje 4

 NEW SECURITY TECHNIQUES OFFERED BY
 CEPROHART AS A PROVIDER OF INTEGRATED

 SECURITY SOLUTIONS FOR VALUE
 DOCUMENTS, PRODUCTS AND TRADEMARKS

 NOVE METODE ZA ZAŠTITU FIRME
 CEPROHART; KAO ISPORUČIOCA
 INTEGRISANIH BEZBEDNOSNIH REŠENJA ZA
 VREDNOSNE DOKUMENTE; PROIZVODE I
 ROBNE MARKE

C. Secara, M. Patarlageanu, M. Burlacu

Sc Ceprohart Sa Brăila, ROMANIA

10:20-10:35 Lecture 5 – Predavanje 5

 SURFACE SIZING OF PAPER WITH
 SILICA/PARAFFIN MIXTURE

 PREMAZIVANJE PAPIRA MEŠAVINOM
 SILICA/PARAFIN

 M. Ondaral¹, M. Usta², O. Çağlar Kurtuluş³, S.
 Ondaral²
¹ Arsin vocational school of higher education,
 Karadeniz technical university, Arsin, Trabzon;

² Department of pulp and paper technology, Faculty
 of forestry, Karadeniz technical university, Trabzon;

³ Department of forest biology and wood protection
 technology, Faculty of forestry, Kastamonu
 university, Kastamonu, Turkey

10:35-10:50 Lecture 6 – Predavanje 6

 PRIMENA ENERGETSKOG PREGLEDA U CILJU
 SMANJENJA SPECIFIČNE POTROŠNJE
 PRIMARNE ENERGIJE U FABRICI AMBALAŽNOG
 PAPIRA

 APPLICATION OF ENERGY AUDIT FOR
 REDUCTION OF SPECIFIC PRIMARY ENERGY
 CONSUMPTION IN THE PACKAGING PAPER
 FACTORY

 N. Tanasić¹, G. Jankes¹, M. Stamenić¹, A. Nikolić²,
 M. Trninić¹, T. Simonović¹
¹ University of Belgrade, Faculty of Mechanical
 Engineering, Belgrade; ² Electrical Engineering
 Institute Nikola Tesla, Belgrade, SERBIA

10:50-11:05 Lecture 7 – Predavanje 7

 WATER SOLUBLE CATIONIC MICROGEL: THEIR
 POTENTIAL APPLICATIONS IN PAPERMAKING

 VODORASTVORNI KATJONSKI MIKROGELOVI:
 POTENCIJALNA PRIMENA U PROIZVODNJI
 PAPIRA

M. Usta and S. Ondaral

 Pulp and Paper Technology, Faculty of Forestry,
 Karadeniz (Black Sea) Technical University,
 TURKEY

11:05-11:20

 DISKUSIJA I PAUZA ZA KAFU
 DISCUSSION AND COFFEE BREAK

11:20-13:15
Chairman – Predsedavaju:
M. Krgović, V. Valent, G. Jankes

11:20-11:40 Lecture 8 – Predavanje 8
 ZAŠTITA AMBALAŽE I GRAFIČKIH PROIZVODA U
 INFRACRVENOM SPEKTRU INFRAREDESIGN
 SECURITY PRINTING OF PACKAGING AND
 GRAPHIC PRODUCTS IN INFRARED SPECTRUM
 INFRAREDESIGN

I. Žiljak Stanimirović

Faculty of Graphic Arts of the University of Zagreb,
 Zagreb, CROATIA

11:40-11:55 Lecture 9 - Predavanje 9
 NEW LABORATORY METHOD FOR PACKAGING
 RECYCLABILITY DETERMINATION
 NOVE LABORATORIJSKE METODE ZA
 ODREĐIVANJE MOGUĆNOSTI RECIKLIRANJA
 AMBALAŽE

J. Zule¹, M. Sežun¹, M. Černič²

¹Pulp and Paper Institute Ljubljana; ²DITP, Pulp and
 Paper Engineers and Technicians Association of
 Slovenia, Ljubljana, SLOVENIA

11:55-12:15 Lecture 10 - Predavanje 10
 PRESENTATION OF COMPANY LORENTZEN &
 WETTRE, KISTA, SWEDEN: CORRUGATED
 BOARD TESTING
 PREZENTACIJA FIRME LORENTZEN & WETTRE,
 KISTA, SWEDEN: TESTIRANJE TALAS KARTONA
 E. Teunissen
 Lorentzen & Wettre, Kista, SWEDEN (Member of the
 ABB group)

12:15-12:30 Lecture 11 – Predavanje 11
 SAVREMENE METODE ZA ISPITIVANJE
 POVRŠINSKIH SVOJSTAVA PAPIRA I KARTONA
 MODERN METHODS FOR TESTING THE
 SURFACE PROPERTIES OF PAPER AND BOARD
 A. Verhoeven¹, R. Maas¹, P. Živković²
¹ IGT Testing Systems, Amsterdam, THE
 NETHERLANDS; ² Faculty of Technology and
 Metallurgy, University of Belgrade, SERBIA

12:30-12:45 Lecture 12 – Predavanje 12
 INTELIGENTNA AMBALAŽA KAO NOSILAC
 INFORMACIJA I SISTEM ZA PRAĆENJE STANJA
 UPAKOVANIH NAMIRNICA
 INTELLIGENT PACKAGING AS THE
 INFORMATION AND SYSTEM CARRIER FOR
 MONITORING THE CONDITION OF PACKAGED
 FOODSTUFF
 S. Đurđević, D. Novaković, N. Kašiković, D.
 Avramović, Ž. Zeljković
 University of Novi Sad, Faculty of Technical
 Sciences, Department of Graphic Engineering and
 Design, Novi Sad, SERBIA

12:45-13:00 Lecture 13 – Predavanje 13
 AMBALAŽA KAO VAŽAN ASPEKT PRI PRODAJI
 PROIZVODA

PACKAGING AS AN IMPORTANT ASPECT IN
 SELLING PRODUCTS

P. Tanović, P. Balaban, R. Gvojić

College for Technical Professional Studies in Novi
 Sad, Novi Sad, SERBIA

13:00-13:15 Lecture - Predavanje 14
 PROIZVODNI FAKTORI KOJI UTIČU NA
 POPREČNU RASTEZLJIVOST CLUPAK PAPIRA
 PRODUCTION FACTORS AFFECTING THE CD
 STRETCH OF CLUPAK PAPER

Husejin Duraković, Almir Muftić, Edina Husić
 Natron-Hayat d.o.o. Maglaj, BOSNIA and
 HERCEGOVINA

13:15-14:30
 DISKUSIJA I PAUZA – DISCUSSION AND BREAK

14:30-16:15
Chairman – Predsedava:
S. Jovanović, S. Nikolić, P. Živković

14:30-14:45 Lecture 15 – Predavanje 15
 AGRICULTURAL BIOMASS AS RESOURCE FOR
 BIOETHANOL PRODUCTION IN BULGARIA
 AGRIKULTURNA BIOMASA KAO IZVOR
 SIROVINA ZA PROIZVODNJU BIOETANOLA U
 BUGARSKOJ
 V. Blyahovski, I. Valchev
 Department of Pulp, Paper and Printing Arts,
 University of Chemical Technology and Metallurgy,
 Sofia, BULGARIA

14:45-15:00 Lecture 16 – Predavanje 16
 PROIZVODNJA TOPLOTNE I ELEKTRIČNE
 ENERGIJE IZ BIOMASE U INDUSTRIJI CELULOZE
 OBTAINING THE THERMAL AND ELECTRIC
 ENERGY FROM BIOMASS IN PULP AND PAPER
 INDUSTRY
 Š. Botonjić¹, M. Stanić²
¹ Faculty of Metallurgy and Materials, University of
 Zenica, Zenica; ² Natron-Hayat d.o.o. Maglaj,
 BOSNIA and HERCEGOVINA

15:00-15:15 Lecture 17 – Predavanje 17
 UPRAVLJANJE AMBALAŽNIM OTPADOM KAO
 USLOV ODRŽIVOG RAZVOJA
 PACKAGING WASTE MANAGEMENT AS A
 CONDITION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT
 V. Pavićević¹, D. Radosavljević¹, M. Stamenović², B.
 Đurović³
¹ Faculty of Technology and Metallurgy, University of
 Belgrade; ² College for Professional Studies -
 Belgrade Polytechnics, Belgrade; ³ JD Vrući izvori
 d.o.o., Vrnjačka Banja, SERBIA

15:15-15:30 Lecture 18 – Predavanje 18
 FUNCTIONAL PRINTING ON PAPER
 SUBSTRATES

FUNKCIONALNA ŠTAMPA NA PAPIRNIM PODLOGAMA

M. Mraović¹, T. Toplišek¹, A. Pleteršek², T. Muck³

¹Pulp and Paper Institute, Ljubljana; ²AMS R&D, Ljubljana; ³University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences, Ljubljana, SLOVENIA

15:30-15:45 Lecture 19 – Predavanje 19

NOVE TEHNOLOGIJE I TRENDVI U PROCESU
PROIZVODNJE U CELULOZNO - PAPIRNOJ
INDUSTRIJI U CILJU EKONOMIČNIJEG
POSLOVANJA

THE NEW TECHNOLOGIES AND TRENDS IN
PULP AND PAPER INDUSTRY PRODUCTION
PROCESSES, WITH GOAL OF INCREASING
BUSINESS EFFICIENCY

O. Rezinović

Faculty of Technical Studies, Travnik, BOSNIA and
HERCEGOVINA

15:45-16:00 Lecture 20 – Predavanje 20

IZRADA REZERVNIH DELOVA ZA PROIZVODNU
OPREMU CELULOZNO-PAPIRNE INDUSTRIJE

MANUFACTURING THE SPARE PARTS FOR
PRODUCTION EQUIPMENT IN PULP AND PAPER
INDUSTRY

S. Đurović

Livnica LIGRAP, Belosavci, Topola, SERBIA

16:00-16:15

DISKUSIJA PRIKAZANIH RADOVA
DISCUSSION

Thursday, June 18th
Četvrtak, 18. jun 2015.

08:30 – 10:00

Chairman – Predsedavaju:

V. Valent, S. Jovanović, Š. Botonjić

08:30-08:45 Lecture 21 – Predavanje 22

STANJE U INDUSTRIJI CELULOZE, PAPIRA,
AMBALAŽE I GRAFIKE U SRBIJI

CONDITION IN PULP, PAPER, PACKAGING AND
GRAPHIC INDUSTRY OF SERBIA

V. Burda

Serbian Chamber of Commerce, Belgrade, SERBIA

08:45-09:00 Lecture 22 – Predavanje 22

UTICAJ MAKROEKONOMSKE POLITIKE NA
STANJE U INDUSTRIJI CELULOZE I PAPIRA

INFLUENCE OF MACROECONOMIC POLICIES
ON THE SITUATION IN THE PULP AND PAPER
INDUSTRY

N. Bogavac-Cvetković, T. Cvetković

Faculty for business-industrial management, UNION
University - NIKOLA TESLA, Belgrade, SERBIA

09:00-09:15 Lecture 23 – Predavanje 23

INDUSTRIJA CELULOZE I PAPIRA PRED
IZAZOVIMA NOVE ENERGETSKO-EKOLOŠKE
POLITIKE I PRAKSE

PULP AND PAPER INDUSTRY IN FRONT OF
ECONOMIC, ENVIRONMENTAL AND ENERGY
CHALLENGES

P. Đukić

Faculty of Technology and Metallurgy, University of
Belgrade, SERBIA

09:15-09:30 Lecture 24 – Predavanje 24

ZNAČAJ I ULOGA IZRADE NACIONALNOG
OKVIRA KVALIFIKACIJA SRBIJE (NOKS)

IMPORTANCE AND ROLL OF CREATING
NATIONAL FRAME OF QUALIFICATION IN
SERBIA (NOK)

D. Radosavljević¹, S. Josipović², Đ. Lazić³,

¹ Faculty of Technology and Metallurgy, University of
Belgrade; ² University of Belgrade, Faculty of
Mechanical Engineering, Belgrade; ³ National
Employment Service, Belgrade, SERBIA

09:30-09:45 Lecture 25 – Predavanje 25

TRENUTNO STANJE NACIONALNE
STANDARDIZACIJE U OBLASTI CELULOZE,
PAPIRA, KARTONA I AMBALAŽE

CURRENT STATE OF NATIONAL
STANDARDIZATION IN THE FIELD OF PULP,
PAPER, BOARD AND PACKAGING

J. Krupež, M. Mirković-Đorđević

Institute for Standardization of Serbia, Belgrade,
SERBIA

09:45-10:00

DISKUSIJA I PAUZA ZA KAFU

DISCUSSION AND COFFEE BREAK

10:00-12:00

Chairman – Predsedavaju:

M. Ljušić, M. Mešl, M. Krgović

10:00-10:20 Lecture 26 – Predavanje 26

MODERNIZACIJA ELEKTRO DELA PAPIR MAŠINE
PRILAGOĐENA OGRANIČENOM OBIMU I
DINAMICI INVESTIRANJA

MODERNIZATION OF ELECTRICAL PART OF
PAPER MACHINE ADAPTED TO LIMITED EXTENT
AND DYNAMICS OF INVESTMENTS

B. Jeftenić¹, M. Bebić², N. Rašić², D. Jevtić², L.
Ristić², I. Mihailović², S. Štatkić³, Ilija Jeftenić⁴

¹ State University of Novi Pazar, Novi Pazar;

² School of Electrical Engineering, University of
Belgrade, Belgrade; ³ Faculty of Technical Sciences,
Kosovska Mitrovica; ⁴ABB d.o.o. Belgrade, SERBIA

10:20-10:35 Lecture 27 – Predavanje 27

NATURAL FIBERS AND FABRIC
FUNCTIONALIZED WITH METAL-OXIDE
CLUSTER

PRIRODNA VLAKNA I NITI FUNKCIONALIZOVANE METAL-OKSIDNIM KLASITERIMA

C. Moldovan¹, L. Crăciun¹, G. Crăciun¹, G. Duțuc¹, A. Botar¹ and L. Flămând²

¹ L&G Consulting, Dej; ² Environmental Protection Agency Cluj, ROMANIA

10:35-10:50 Lecture 28 – Predavanje 28

PREDICTION OF TENSILE BEHAVIOR OF SOFTWOOD KRAFT PULP FROM DATA OBTAINED ON AUTOMATIC FIBER ANALYZER
PREDVIĐANJE PONAŠANJA PRI ZATEZANJU LIŠĆARSKJE KRAFT CELULOZE NA OSNOVU PODATAKA SA AUTOMATSKOG ANALIZATORA VLAKANA

Y. Kazakov, T. Manakhova

Northern (Arctic) Federal University named after M.V.Lomonosov, Arkhangelsk, RUSSIA

10:50-11:10 Lecture 29 – Predavanje 29

PRESENTATION OF COMPANY LORENTZEN & WETTRE, KISTA, SWEDEN: CONSISTENCY MEASUREMENT

PREZENTACIJA FIRME LORENTZEN & WETTRE, KISTA, ŠVEDSKA: MERENJE KONZISTENCIJE
E. Teunissen

Lorentzen & Wettre, Kista, SWEDEN (Member of the ABB group)

11:10-11:25 Lecture 30 – Predavanje 30

BIOPOLYELECTROLYTE COMPLEXES AS A PAPER STRENGTH ADDITIVE

BIOPOLIELEKTROLITSKI KOMPLEKSI KAO DODACI ZA OJAČANJE PAPIRA

S. Ondaral¹, M. Emin Ergün¹, G. Hocaoglu¹, O. Çağlar Kurtuluş², C. Demir³, M. Usta¹,

¹ Pulp and Paper Technology, Faculty of Forestry, Karadeniz (Black Sea) Technical University; ² Forest Product Engineering, Faculty of Forestry, Kastamonu University; ³ Mining Engineering, Karadeniz Technical University, Trabzon, TURKEY

11:25-11:45 Lecture 31 – Predavanje 31

PRESENTATION OF PULP AND PAPER INSTITUTE LJUBLJANA, SLOVENIA: CREATION, TRANSFER AND DISSEMINATION OF KNOWLEDGE IN PAPERMAKING

PREZENTACIJA ISTITUTA ZA CELULOZU I PAPIR, LJUBLJANA, SLOVENIJA: KREIRANJE, TRANSFER I ŠIRENJE ZNANJA U PROIZVODNJI PAPIRA

M. Mešl

Pulp and paper institute Ljubljana, SLOVENIA

11:45 – 12:15

DISKUSIJA I PAUZA

DISCUSSION AND BREAK

12:15– 14:15

ROUND TABLE – OKRUGLI STO

Moderators:

M. Krgović, S. Jovanović, V. Valent, S. Nikolić, V. Burda

14:15 – 14:30

**CLOSING OF THE SYMPOSIUM
ZATVARANJE SIMPOZIJUMA**

14:30 – 18:30

EXCURSION – ACCORDING TO THE CHOICE OF PARTICIPANTS OF THE SYMPOSIUM:

- MOKRA GORA (SARGAN, MECAVNIK) OR
- SIROGOJNO – ETHNO VILLAGE.

IZLET – PO IZBORU UČESNIKA SIMPOZIJUMA:

- MOKRA GORA (ŠARGAN, MEČAVNIK) ILI
- SIROGOJNO – ETNO SELO.

20:30 –

**CEREMONIAL DINNER
SVEČANA VEČERA**

SADRŽAJ – CONTENT

SLOBODAN JOVANOVIĆ¹, JASNA DŽUNUZOVIĆ², ENIS DŽUNUZOVIĆ¹

¹ TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET, UNIVERZITET U BEOGRADU, BEOGRAD, SRBIJA;

² IHTM-CENTAR ZA HEMIJU, UNIVERZITET U BEOGRADU, BEOGRAD, SRBIJA

PRAVCI RAZVOJA AMBALAŽE OD POLIMERNIH MATERIJALA.....	15
THE DEVELOPMENT DIRECTIONS OF THE PACKAGING BASED ON POLYMER MATERIALS	15

TEA TOPLIŠEK¹, MATIJA MRAOVIĆ¹, TADEJA MUCK^{1, 2}

¹ PULP AND PAPER INSTITUTE, LJUBLJANA, SLOVENIA; ² UNIVERSITY OF LJUBLJANA, FACULTY OF NATURAL SCIENCES AND ENGINEERING, LJUBLJANA, SLOVENIA

REFINING VS ULTRASOUND FOR RECYCLED FIBERS.....	26
POREĐENJE RAFINIRANJA I ULTRAZVUČNE OBRADRE RECIKLIRANIH VLAKANA	26

MARICICA BURLACU, MIHAELA PĂTÂRLĂGEANU, MIHAELA DUMITRAN, IONUȚ DUMITRAȘCU
SC CEPROHART SA BRĂILA, ROMANIA

SECURITY INKS – GENERAL PRESENTATION	33
SIGURNOSNE BOJE – OPŠTI PREGLED.....	33

CONSTANTIN SECARA, MIHAELA PATARLAGEANU, MARICICA BURLACU
SC CEPROHART SA, BRĂILA, ROMANIA

NEW SECURITY TECHNIQUES OFFERED BY CEPROHART AS A PROVIDER OF INTEGRATED SECURITY SOLUTIONS FOR VALUE DOCUMENTS, PRODUCTS AND TRADEMARKS.....	39
NOVE METODE ZA ZAŠTITU DOKUMENATA U PONUDI FIRME CEPROHART; KAO ISPORUČIOCA INTEGRISANIH BEZBEDNOSNIH REŠENJA ZA VREDNOSNE DOKUMENTE, PROIZVODE I ROBNE MARKE	39

MERYEM ONDARAL¹, MUSTAFA USTA², ORÇUN ÇAĞLAR KURTULUŞ³, SEDAT ONDARAL²

¹ ARSIN VOCATIONAL SCHOOL OF HIGHER EDUCATION, KARADENİZ TECHNICAL UNIVERSITY, ARSIN, TRABZON, TURKEY; ² DEPARTMENT OF PULP AND PAPER TECHNOLOGY, FACULTY OF FORESTRY, KARADENİZ TECHNICAL UNIVERSITY, TRABZON, TURKEY; ³ DEPARTMENT OF FOREST BIOLOGY AND WOOD PROTECTION TECHNOLOGY, FACULTY OF FORESTRY, KASTAMONU UNIVERSITY, KASTAMONU, TURKEY

SURFACE SIZING OF PAPER WITH SILICA/PARAFFIN MIXTURE.....	44
PREMAZIVANJE PAPIRA MEŠAVINOM SILICA/PARAFIN	44

NIKOLA TANASIĆ¹, GORAN JANKES¹, MIRJANA STAMENIĆ¹, ALEKSANDAR NIKOLIĆ², MARTA TRNINIĆ¹, TOMISLAV SIMONOVIĆ¹

¹ UNIVERZITET U BEOGRADU, MAŠINSKI FAKULTET, BEOGRAD, SRBIJA; ² ELEKTROTEHNIČKI INSTITUT NIKOLA TESLA, BEOGRAD, SRBIJA

PRIMENA ENERGETSKOG PREGLEDA U CILJU SMANJENJA SPECIFIČNE POTROŠNJE PRIMARNE ENERGIJE U FABRICI AMBALAŽNOG PAPIRA	52
APPLICATION OF ENERGY AUDIT FOR REDUCTION OF SPECIFIC PRIMARY ENERGY CONSUMPTION IN THE PACKAGING PAPER FACTORY	52

MUSTAFA USTA, SEDAT ONDARAL

PULP AND PAPER TECHNOLOGY, FACULTY OF FORESTRY, KARADENİZ (BLACK SEA) TECHNICAL UNIVERSITY, TURKEY

WATER SOLUBLE CATIONIC MICROGEL: THEIR POTENTIAL APPLICATIONS IN PAPERMAKING	60
VODORASTVORNI KATJONSKI MIKROGELOVI: POTENCIJALNA PRIMENA U PROIZVODNJI PAPIRA.....	60

IVANA ŽILJAK STANIMIROVIĆ

SVEUČILISTE U ZAGREBU, GRAFIČKI FAKULTET, ZAGREB, HRVATSKA

ZAŠTITA AMBALAŽE I GRAFIČKIH PROIZVODA U INFRACRVENOM SPEKTU INFRAREDESIGN	69
SECURITY PRINTING OF PACKAGING AND GRAPHIC PRODUCTS IN INFRARED SPECTRUM INFRAREDESIGN.....	69

JANJA ZULE¹, MIJA SEŽUN¹, MARJETA ČERNIČ²

¹ PULP AND PAPER INSTITUTE LJUBLJANA, SLOVENIA; ² DITP, PULP AND PAPER ENGINEERS AND TECHNICIANS ASSOCIATION OF SLOVENIA, LJUBLJANA, SLOVENIA

NEW LABORATORY METHOD FOR PACKAGING RECYCLABILITY DETERMINATION	75
NOVE LABORATORIJSKE METODE ZA ODREĐIVANJE MOGUĆNOSTI RECIKLIRANJA AMBALAŽE	75

ERIK TEUNISSEN

LORENTZEN & WETTRE (A MEMBER OF THE ABB GROUP), KISTA, SWEDEN

CORRUGATED BOARD TESTING	81
TESTIRANJE TALAS KARTONA	81

ANDRÉ VERHOEVEN¹, RINUS MAAS¹, PREDRAG ŽIVKOVIĆ²

¹ IGT TESTING SYSTEMS, AMSTERDAM, THE NETHERLANDS; ² TEHNOLOŠKO-METALURŠKI, FAKULTET, UNIVERZITET U BEOGRADU, BEOGRAD, SRBIJA

SAVREMENE METODE ZA ISPITIVANJE POVRŠINSKIH SVOJSTAVA PAPIRA I KARTONA	86
MODERN METHODS FOR TESTING THE SURFACE PROPERTIES OF PAPER AND BOARD	86

STEFAN ĐURĐEVIĆ, DRAGOLJUB NOVAKOVIĆ, NEMANJA KAŠIKOVIĆ, DARKO AVRAMOVIĆ, ŽELJKO ZELJKOVIĆ

UNIVERZITET U NOVOM SADU, FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA, DEPARTMAN ZA GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN, NOVI SAD, SRBIJA

INTELLIGENTNA AMBALAŽA KAO NOSILAC INFORMACIJA I SISTEM ZA PRAĆENJE STANJA UPAKOVANIH NAMIRNICA	93
INTELLIGENT PACKAGING AS THE INFORMATION AND SYSTEM CARRIER FOR MONITORING THE CONDITION OF PACKAGED FOODSTUFF	93

PETRA TANOVIĆ, PETRA BALABAN, RADE GVOJIĆ

VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA STRUKOVNIH STUDIJA U NOVOM SADU, NOVI SAD, SRBIJA

AMBALAŽA KAO VAŽAN ASPEKT PRI PRODAJI PROIZVODA	100
PACKAGING AS AN IMPORTANT ASPECT IN SELLING PRODUCTS	100

HUSEJIN DURAKOVIĆ, ALMIR MUFTIĆ, EDINA HUSIĆ

NATRON-HAYAT D.O.O, MAGLAJ, BIH

PROIZVODNI FAKTORI KOJI UTIČU NA POPREČNU RASTEZLJIVOST CLUPAK PAPIRA	107
PRODUCTION FACTORS AFFECTING THE CD STRETCH OF CLUPAK PAPER	107

VENTSISLAV BLYAHOVSKI, IVO VALCHEV

DEPARTMENT OF PULP, PAPER AND PRINTING ARTS, UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY AND METALLURGY, SOFIA, BULGARIA

AGRICULTURAL BIOMASS AS RESOURCE FOR BIOETHANOL PRODUCTION IN BULGARIA	113
AGRIKULTURNA BIOMASA KAO IZVOR SIROVINA ZA PROIZVODNJU BIOETANOLA U BUGARSKOJ	113

ŠEFKIJA BOTONJIĆ¹, MIRKO STANIĆ²

¹ FAKULTET ZA METALURGIJU I MATERIJALE, UNIVERZITET U ZENICI, ZENICA, BIH;

² NATRON-HAYAT D.O.O. MAGLAJ, BOSNA I HERCEGOVINA

PROIZVODNJA TOPLOTNE I ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ BIOMASE U INDUSTRIJI CELULOZE	119
HEAT AND ELECTRICITY POWER GENERATION FROM BIOMASS IN THE PULP INDUSTRY	119

VLADIMIR PAVIĆEVIĆ¹, DARKO RADOSAVLJEVIĆ¹, MARINA STAMENOVIĆ², BOBAN ĐUROVIĆ³

¹ TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU, BEOGRAD, SRBIJA;

² VISOKA ŠKOLA STRUKOVNIH STUDIJA BEOGRADSKA POLITEHNIKA, BEOGRAD, SRBIJA;

³ JD VRUĆI IZVORI D.O.O., VRNJAČKA BANJA, SRBIJA

UPRAVLJANJE AMBALAŽNIM OTPADOM KAO USLOV ODRŽIVOG RAZVOJA	124
PACKAGING WASTE MANAGEMENT AS A CONDITION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT	124

MATIJA MRAOVIĆ¹, TEA TOPLIŠEK¹, ANTON PLETERŠEK², TADEJA MUCK³

¹ PULP AND PAPER INSTITUTE, LJUBLJANA, SLOVENIA; ² AMS R&D, TEHNOLOŠKI PARK 21, LJUBLJANA, SLOVENIA; ³ UNIVERSITY OF LJUBLJANA, FACULTY OF NATURAL SCIENCES, LJUBLJANA, SLOVENIA

FUNCTIONAL PRINTING ON PAPER SUBSTRATES	130
FUNKCIONALNA ŠTAMPA NA PAPIRNIM PODLOGAMA	130

ORNELA REZINOVIĆ

FAKULTET ZA TEHNIČKE STUDIJE, TRAVNIK, BIH

NOVE TEHNOLOGIJE I TRENDovi U PROCESU PROIZVODNJE U CELULOZNO – PAPIRNOJ INDUSTRIJI U CILJU EKONOMIČNIJEG POSLOVANJA.....	137
THE NEW TECHNOLOGIES AND TRENDS IN PULP AND PAPER INDUSTRY PRODUCTION PROCESSES, WITH GOAL OF INCREASING BUSINESS EFFICIENCY	137

VLADIMIR BURDA

PRIVREDNA KOMORA SRBIJE, BEOGRAD, SRBIJA

STANJE U INDUSTRIJI CPAG U SRBIJI.....	145
CONDITION IN PULP AND PAPE INDUSTRY OF SERBIA	145

NATAŠA BOGAVAC-CVETKOVIĆ, TAMARA CVETKOVIĆ

FAKULTET ZA POSLOVNO INDUSTRIJSKI MENADŽMENT, UNIVERZITET UNION – NIKOLA TESLA, BEOGRAD, SRBIJA

UTICAJ MAKROEKONOMSKE POLITIKE NA STANJE U INDUSTRIJI CELULOZE I PAPIRA	146
INFLUNCE OF THE MACROECONOMIC POLICIES ON THE SITUATION IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY	146

PETAR ĐUKIĆ

TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET, UNIVERZITET U BEOGRADU, BEOGRAD, SRBIJA

INDUSTRIJA CELULOZE I PAPIRA PRED IZAZOVIMA NOVE ENERGETSKO-EKOLOŠKE POLITIKE I PRAKSE	153
PULP AND PAPER INDUSTRY IN FRONT OF ECONOMIC, ENVIRONMENTAL AND ENERGY CHALLENGES	153

DARKO RADOSAVLJEVIĆ¹, SONJA JOSIPOVIĆ², ĐORĐE LAZIĆ³

¹ TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET, UNIVERZITET U BEOGRADU, BEOGRAD, SRBIJA;

² MAŠINSKI FAKULTET, UNIVERZITET U BEOGRADU, BEOGRAD, SRBIJA; ³ NACIONALNA SLUŽBA ZA ZAPOSILJAVANJE BEOGRAD, BEOGRAD, SRBIJA

ZNAČAJ I ULOGA IZRADE NOK-A U SRBIJI	162
THE IMPORTANCE AND ROLE OF DEVELOPING THE NQF IN SERBIA.....	162

JELENA KRUPJEŽ, MIRJANA MIRKOVIĆ-ĐORĐEVIĆ

INSTITUT ZA STANDARDIZACIJU SRBIJE, BEOGRAD, SRBIJA

TRENTNO STANJE NACIONALNE STANDARDIZACIJE U OBLASTI CELULOZE, PAPIRA, KARTONA I AMBALAŽE.....	167
CURRENT STATE OF NATIONAL STANDARDIZATION IN THE FIELD OF PULP, PAPER, BOARD AND PACKAGING	167

BORISLAV JEFTENIĆ¹, MILAN BEBIĆ², NEŠA RAŠIĆ², DRAGAN JEVTIĆ², LEPOSAVA RISTIĆ², ILIJA MIHAILOVIĆ², SAŠA ŠTATKIĆ³, ILIJA JEFTENIĆ⁴

¹ DRŽAVNI UNIVERZITET U NOVOM PAZARU, ² ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET, UNIVERZITET U BEOGRADU, BEOGRAD, ³ FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA, KOSOVSKA MITROVICA,

⁴ ABB D.O.O. BEOGRAD

MODERNIZACIJA ELEKTRO DELA PAPIR MAŠINE PRILAGOĐENA OGRANIČENOM OBIMU I DINAMICI INVESTIRANJA	175
MODERNIZATION OF ELECTRICAL PART OF PAPER MACHINE ADAPTED TO LIMITED EXTENT AND DYNAMICS OF INVESTMENTS	175

SLOBODAN ĐUROVIĆ

LIVNICA LIGRAP, BELOSAVCI, SRBIJA

IZRADA REZERVNIH DELOVA ZA PROIZVODNU OPREMU PAPIRNO-CELULOZNE INDUSTRIJE	184
MANUFACTURING THE SPARE PARTS FOR PRODUCTION EQUIPMENT IN PULP AND PAPER INDUSTRY	184

CRISTINA MOLDOVAN¹, LILIANA CRĂCIUN¹, GRIGORE CRĂCIUN¹, GHEORGHE DUȚUC¹,
ALEXANDRU BOTAR¹ AND LAZĂR FLĂMÂND²

¹ L&G CONSULTING, DEJ, ROMANIA; ² ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY CLUJ,
ROMANIA

NATURAL FIBERS AND FABRIC FUNCTIONALIZED WITH METAL-OXIDE CLUSTER..... 185
PRIRODNA VLAKNA I NITI FUNKCIONALIZOVANE METAL-OKSIDNIM KLASTERIMA 185

YAKOV KAZAKOV, TATIANA MANAKHOVA

NORTHERN (ARCTIC) FEDERAL UNIVERSITY NAMED AFTER M.V.LOMONOSOV,
ARKHANGELSK, RUSSIA

PREDICTION OF TENSILE BEHAVIOR OF SOFTWOOD KRAFT PULP FROM DATA
OBTAINED ON AUTOMATIC FIBER ANALYZER 191
PREDVIĐANJE PONAŠANJA PRI ZATEZANJU LIŠĆARKE KRAFT CELULOZE NA
OSNOVU PODATAKA SA AUTOMATSKOG ANALIZATORA VLAKANA 191

ERIK TEUNISSEN

LORENTZEN & WETTRE (A MEMBER OF THE ABB GROUP), KISTA, SWEDEN

CONSISTENCY MEASUREMENT 195
MERENJE KONZISTENCIJE..... 195

SEDAT ONDARAL¹, MEHMET EMIN ERGÜN¹, GÜLİZ HOCAOĞLU¹, ORÇUN ÇAĞLAR KURTULUŞ²,
CENGİZ DEMİR³, MUSTAFA USTA¹

¹ PULP AND PAPER TECHNOLOGY, FACULTY OF FORESTRY, KARADENİZ (BLACK SEA)
TECHNICAL UNIVERSITY, TURKEY; ² FOREST PRODUCT ENGINEERING, FACULTY OF
FORESTRY, KASTAMONU UNIVERSITY, TURKEY; ³ MINING ENGINEERING, KARADENİZ
TECHNICAL UNIVERSITY, TRABZON, TURKEY

BIOPOLYELECTROLYTE COMPLEXES AS A PAPER STRENGTH ADDITIVE 199
BIOPOLIELEKTROLITSKI KOMPLEKSI KAO DODACI ZA OJAČANJE PAPIRA 199

MATEJA MEŠL

PULP AND PAPER INSTITUTE LJUBLJANA, SLOVENIA

PULP AND PAPER INSTITUTE LJUBLJANA - CREATION, TRANSFER AND
DISSEMINATION OF KNOWLEDGE IN PAPERMAKING 206
INSTITUT ZA CELULOZU I PAPIR LJUBLJANA - KREIRANJE, PRENOS I ŠIRENJE
ZNANJA O PROIZVODNJI PAPIRA 206

PRAVCI RAZVOJA AMBALAŽE OD POLIMERNIH MATERIJALA

THE DEVELOPMENT DIRECTIONS OF THE PACKAGING BASED ON POLYMER MATERIALS

Slobodan Jovanović¹, Jasna Džunuzović², Enis Džunuzović¹

¹ Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

² IHTM-Centar za hemiju, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

Izvod

Ozbiljna primena polimernih materijala za izradu ambalažnih materijala i ambalaže u svetu počela je 1950. godine, a već toku 2013. godine od proizvedenih 299 miliona tona polimernih materijala, oko 100 miliona tona utrošeno je za izradu ambalaže za pakovanje prevashodno prehrambenih, farmaceutskih, kozmetičkih i hemijskih proizvoda. Tako brz porast proizvodnje i primene za izradu ambalaže nije zabeležen ni za jednu drugu vrstu materijala. Danas se u ambalažu od polimernih materijala pakuje oko 60 % proizvoda na svetskom tržištu i time su polimerni materijali zauzeli prvo mesto među ambalažnim materijalima. Razlog tome leži u činjenici da polimerni materijali, bolje od drugih materijala, ispunjavaju sve oštrije ekološke i ekonomske uslove primene.

U najrazvijenijim zemljama sveta proizvođači polimernih materijala i ambalaže od polimernih materijala, ali i veliki državni fondovi ulažu značajna finansijska sredstva i angažuju veliki broj stručnjaka, koji rade na razvoju novih i poboljšanju svojstava postojećih polimernih materijala. Rezultati ovih istraživanja treba, u godinama koje dolaze, da zadovolje rastuće potrebe za novim i kvalitetnijim polimernim materijalima. U okviru ovoga rada prikazani su izabrani pravci razvoja ambalažnih materijala i ambalaže od polimernih materijala koji će, prema autorima ovoga rada, značajno doprineti da ambalaža od polimernih materijala i dalje zadrži svoju vodeću poziciju među ambalažnim materijalima.

Ključne reči: Polimerni materijali, biopolimeri, barijerna svojstva, aktivna i inteligentna ambalaža, recikliranje

Abstract

The serious application of the polymer materials for the production of packaging materials and packaging in the world has started in 1950, and during 2013, from the 299 million tones of the prepared polymeric materials, around 100 million tones was used for the production of packaging for mostly food, pharmaceuticals, cosmetics and chemical products. Such fast production and application increase of polymer materials for the production of packaging has not been recorded for any other material. Today, around 60% of products are packed in packaging made from polymer materials, which placed them at the first place among packaging materials. The main reason for this lays in the fact that polymer materials fulfil, much better than other materials, very high ecological and economical requirements for the application.

In the developed countries of the world, producers of polymer materials and packaging made from polymer materials, as well as great state funds, invest large resources and engage numerous experts, who are working on developing new and improving old properties of polymer materials. In the future, the results of these studies should satisfy growing need for new polymer materials with better quality. In this work, selected developing directions of packaging materials and packaging made from polymer materials are introduced, which will, according to the authors of this work, contribute to polymer packaging to retain the leading position among packaging materials.

Key words: Polymer materials, biopolymers, barrier properties, active and intelligent packaging, recycling.

1. UVOD

Savremeno organizovano tržište bilo kojeg proizvoda nije moguće zamisliti bez korišćenja odgovarajuće ambalaže. Uloga ambalaže je višestruka. Ambalaža treba između ostalog i da:

- štiti proizvod od oštećenja, a kod prehrambenih, farmaceutskih i kozmetičkih proizvoda sprečava ili usporava opadanje kvaliteta sa vremenom,
- olakšava pakovanje željene količine proizvoda, njegov transport, lagerovanje i prodaju,

- olakšava kupcu uvid u kvalitet proizvoda, cenu, rok i način upotrebe, a kod određenog broja farmaceutskih proizvoda ambalaža omogućava efikasno i pravovremeno korišćenje leka bez prisustva medicinskog osoblja.

Na svetskom tržištu se nalazi ogroman broj proizvoda različitog sastava i namene ali se za izradu ambalaže za njihovo pakovanje i u najrazvijenijim zemljama sveta uglavnom koristi pet vrsta materijala: papir i karton - 37 mas.%, staklo - 26 mas.%, polimeri - 19 mas.%, metali - 12 mas.%, a drvo i ostali materijali 6 mas.%. Interesantno je da i pored malog udela u masi ambalažnih materijala u ambalažu od polimernih materijala je upakovano oko 60% od ukupnog broja pakovnih jedinica na svetskom tržištu. Vrednost svetskog tržišta ambalaže kretala se u 2010. godini oko 620 milijardi US dolara. Za ambalažu izrađenu od polimernih materijala od ove sume utrošeno je oko 33%, približno isto kao i za ambalažu izrađenu od papira i kartona. Za brz porast primene polimernih materijala za izradu ambalaže od 1950. godine do danas ima više razloga od kojih će biti navedeni samo oni koji zavise samo od njihovih svojstava:

- polimerni materijali imaju malu gustinu,
- svojstva polimera su takva da mogu da ispune sve oštrije zahteve o kvalitetu ambalaže za pakovanje najvećeg broja proizvoda koji se danas nalaze na tržištu,
- još uvek postoje dostupne i relativno jeftine sirovine za njihovu proizvodnju,
- jednostavnim i brzim postupcima prerade može se proizvesti ambalaža različitog i vrlo komplikovanog oblika i to u velikim serijama,
- ambalaža od polimernih materijala je istovremeno laka i nesalomiva, prozračna, fleksibilna i lako se otvara i zatvara,
- polimerni materijali su u principu vrlo stabilni, netoksični (neškodljivi za ljude i okolinu) i u pravom smislu te reči ekološki materijali.

Razvoj u oblasti pakovanja usmeren je pre svega ka boljoj zaštiti pakovanih proizvoda, većoj funkcionalnosti, boljim ekološkim svojstvima ambalaže, kao i razvoju novih materijala i tehnologija pakovanja. U okviru ovog teksta će biti prikazani noviji rezultati dobijeni izučavanjem:

- razvoja biorazgradivih i bionerazgradivih biopolimera na bazi obnovljivih sirovina,
- razvoja aktivne i inteligentne ambalaže,
- poboljšanja opštih i barijernih svojstava polimernih ambalažnih materijala,
- razvoja postupaka ponovne upotrebe ambalažnog polimernog otpada u cilju recikliranja u sirovine i materijale, kao i za dobijanje energije.

2. PERSPEKTIVE RAZVOJA I PRIMENE BIOPOLIMERA ZA IZRADU AMBALAŽE

Do pre dvadesetak godina, pojam biopolimeri obuhvatao je prirodne polimere, kao što su npr. celuloza, skrob i njihovi derivati, koji su u najvećem broju slučajeva istovremeno biorazgradivi i kompostabilni. Sintetski polimeri na bazi fosilnih sirovina nisu bili biorazgradivi. Posle značajnih ulaganja u razvoj korišćenja biomase za proizvodnju polimera, kao i postupaka sinteze polimera na bazi fosilnih sirovina postalo je moguće sintetisati i nove polimere na bazi fosilnih sirovina, koji su biorazgradivi, kao i polimere na bazi obnovljivih sirovina koji su bionerazgradivi. To je doprinelo da se izmeni i definicija biopolimera. Pod biopolimerima danas se podrazumevaju polimeri koji ispunjavaju jedan ili oba sledeća uslova [1]:

- da su *potpuno ili delimično* sintetisani polazeći od obnovljivih sirovina i/ili
- da su biorazgradivi.

Zbog toga je konstatovano da bi bilo svrsishodno uvesti i novu klasifikaciju polimera na osnovu porekla sirovina (obnovljive, fosilne sirovine) i biorazgradivosti (biorazgradivi, bionerazgradivi polimeri). Na slici 1 polimeri su prema ovim kriterijumima razvrstani u četiri grupe [2].

Kao što se vidi na slici 1, pored konvencionalnih (standardnih) sintetskih polimera na bazi fosilnih sirovina, koji nisu biorazgradivi, sada postoje i tri osnovne grupe biopolimera:

- biopolimeri koji su dobijeni na bazi obnovljivih sirovina i koji su biorazgradivi,
- biopolimeri koji su dobijeni na bazi obnovljivih sirovina, ali nisu biorazgradivi i
- biopolimeri koji su dobijeni na bazi fosilnih sirovina, ali su biorazgradivi.

Pored toga, biopolimeri imaju i jednu podgrupu biopolimera, koji se mogu i kompostirati (aerobna razgradnja) ili prevesti u biogas (anaerobna razgradnja), odnosno na dva dodatna načina reciklirati.

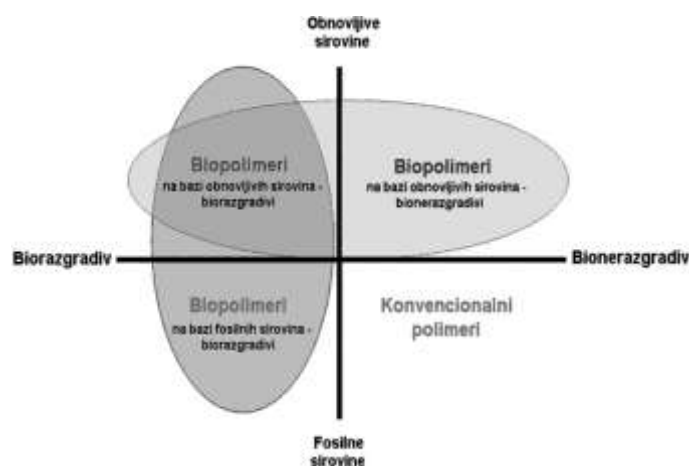
Biorazgradivi polimeri predstavljaju grupu biopolimera koji se pod dejstvom mikroorganizama pod prirodnim uslovima ili pod strogo definisanim uslovima opisanim u normi DIN EN ISO 13432, za šest meseci razgrade više od 90 mas.% do vode i CO₂. Biorazgradnja predstavlja skup biohemijskih i hemijskih reakcija čija brzina zavisi od hemijske građe polimera, prisustva mikroorganizama, vlage i temperature, a ne zavisi isključivo od porekla sirovina.

Za proizvodnju biorazgradivih, kompostabilnih, kao i bionerazgradivih biopolimera najčešće se koriste sledeće obnovljive sirovine:

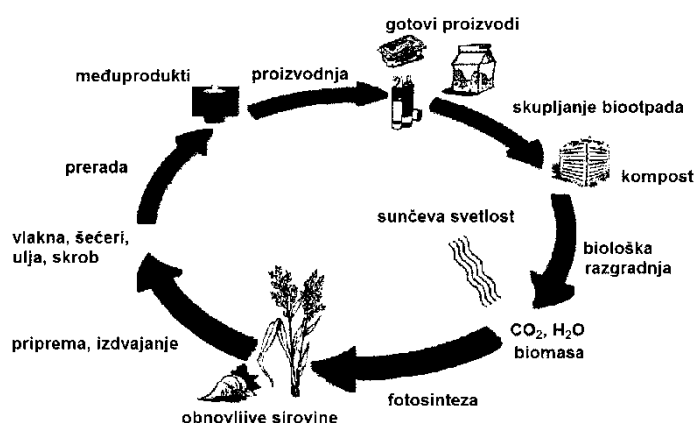
- drvo i jednogodišnje biljke (celuloza, lignin, hemiceluloza, kaučuk, inulin i različite smole, kao i njihovi derivati).
- kukuruz, žito, krompir, pirinač, tapioka, suncokret, uljna repica, itd. (skrob, biljna ulja, proteini),
- šećer iz šećerne repe i šećerne trske (biosinteza: PLA, PHA, dekstran, pululan, ksantan, itd.),
- oklop (ljuštura) kraba i rakova (hitin i derivati),
- posno mleko - surutka (kazein i derivati) i
- koža, kosti i masno tkivo životinja (želatin i derivati, masti).

Imajući u vidu da su svetske rezerve fosilnih sirovina ograničene, da se broj stanovnika na zemlji ubrzano povećava i da potrebe najvećeg broja stanovnika za energijom i različitim materijalima permanentno rastu, može se očekivati da će u dogledno vreme rezerve fosilnih sirovina biti iscrpljene i pored toga što se permanentno otkrivaju nova ležišta sirove nafte, zemnog gasa, uglja i naftnih škriljaca. U literaturi je objavljen veliki broj prognoza u kojima se predviđa tok potrošnje fosilnih sirovina do konačnog iscrpljenja. U najvećem broju ovih prognoza predviđa se da će proizvodnja, a samim tim i potrošnja fosilnih sirovina dostići maksimum između 2030. i 2050. godine i da će zatim početi da opada, što će sigurno izazvati energetska krizu svetskih razmera [3].

Zbog toga su razvijene zemlje sveta pri kraju prošlog veka počele intenzivno da ulažu velika sredstva i angažuju značajan deo svojih istraživačkih kapaciteta za iznalaženje alternativnih izvora sirovina za hemijsku industriju. Na osnovu rezultata tih istraživanja je konstatovano da je biomasa, kao obnovljiva sirovina, praktično jedina ozbiljna alternativa sirovinama fosilnog porekla. Kao proizvod biosinteze na našoj planeti nastaje godišnje oko 200 milijardi tona biomase. Od ukupne količine biomase koju biljke godišnje sintetišu, ljudi za sada koriste samo oko 6 milijardi tona, odnosno 2 do 3 mas.% [4]. Na slici 2 šematski je prikazano nastajanje obnovljivih sirovina biljnog porekla i korišćenje za dobijanje odgovarajućih proizvoda i njihovo uključivanje u kružni tok materije u prirodi [5].



Slika 1. Podela polimera prema vrsti sirovina od kojih su dobijeni i prema biorazgradivosti



Slika 2. Obnovljive sirovine i proizvodi od obnovljivih sirovina biljnog porekla kao deo zatvorenog kružnog toka materije u prirodi

Biljke su u stanju da koristeći sunčevu energiju od vode i ugljen-dioksida iz atmosfere sintetišu obnovljive sirovine. Od dobijenih sirovina se različitim fizičkim i hemijskim procesima može dobiti čitav niz niskomolekulskih i makromolekulskih supstanci, koje se daljim postupcima prerade prevode u različite finalne proizvode. Posle kraćeg ili dužeg vremena primene ovi proizvodi završavaju kao otpad, koji se u prisustvu vode i odgovarajućih mikroorganizama može potpuno razgraditi do polaznih supstanci – vode i ugljen-dioksida.

Prema procenama stručnjaka biopolimeri na bazi obnovljivih sirovina bi mogli da zamene oko 70% polimera na bazi fosilnih sirovina samo u proizvodnji ambalaže, a 10% u ostalim oblastima primene. Imajući u vidu da je trend razvoja u svetu usmeren ka smanjenju potrošnje materijala i energenata na bazi fosilnih sirovina, može se konstatovati da je i polimernim materijalima na bazi obnovljivih sirovina time obezbeđena „svetla“ budućnost. Međutim, za sada se još uvek za proizvodnju ambalaže od polimernih materijala koristi oko 1 mas.% biopolimera na bazi obnovljivih sirovina, a njihova cena može da bude i do tri puta veća od cene odgovarajućih polimera na bazi fosilnih sirovina.

Na tržištu polimernih materijala za izradu ambalaže mogu da nađu mesto samo novi materijali sa boljim ili bar jednakim svojstvima i cenom, koje imaju već postojeći konvencionalni polimerni materijali. Koliko brzo će biorazgradivi biopolimeri na bazi obnovljivih sirovina moći da zamene polimere na bazi fosilnih sirovina zavisi od toga koliko brzo će istraživači poboljšati njihova svojstva, povećati efikasnost i kapacitet proizvodnje i tako doprineti smanjenju cene i povećanju njihove primene za izradu ambalaže.

Na slici 3 prikazani su izgrađeni kapaciteti za proizvodnju biopolimera, koji su bionerazgradivi i na bazi obnovljivih sirovina i biopolimera koji su biorazgradivi na bazi obnovljivih i fosilnih sirovina u svetu u toku 2013. godine, a na slici 4 prognoza izgradnje kapaciteta za proizvodnju istih polimera u toku 2018. godine [6].

Proizvodnja biopolimera u svetu u toku 2007. godine iznosila je 276000 tona (www.european-bioplastics.org) i u toj količini samo 18000 tona je pripadalo bionerazgradivim biopolimerima na bazi obnovljivih sirovina. Kao što se vidi na slici 3 već u 2013. godini kapaciteti za proizvodnju biopolimera su porasli do 1,62 miliona tona. 62,4 mas.% ovih kapaciteta je korišćeno za proizvodnju bionerazgradivih biopolimera na bazi obnovljivih sirovina, a 37,6 mas.% za proizvodnju biorazgradivih biopolimera na bazi obnovljivih i fosilnih sirovina. Prema predviđanjima stručnjaka firme Frost & Sullivan (London), udruženje European Bioplastics i stručnjaka iz firme Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe (Hannover) očekuje se da do kraja 2018. godine treba da budu izgrađeni kapaciteti za proizvodnju biopolimera od 6,73 miliona tona (slika 4). To praktično znači da će u periodu od 2013. do 2018. godine proizvodnja biopolime-



Slika 3. Izgrađeni kapaciteti za proizvodnju **a)** biopolimera na bazi obnovljivih sirovina koji nisu biorazgradivi i **b)** biopolimera na bazi obnovljivih i fosilnih sirovina koji su biorazgradivi u svetu u 2013. godini



Slika 4. Predviđeni kapaciteti za proizvodnju **a)** biopolimera na bazi obnovljivih sirovina koji nisu biorazgradivi i **b)** biopolimera na bazi obnovljivih i fosilnih sirovina koji su biorazgradivi u svetu u 2018. godini

ra porasti za oko 4,6 miliona tona. Posebno je interesantno da se predviđa začuđujuće brz porast proizvodnje PET-a na bazi obnovljivih sirovina od oko 2,2 miliona tona, što će imati za posledicu da će PET sa udelom od 74,3 mas.% u 2018. godini postati najviše proizvođeni biopolimer na bazi obnovljivih sirovina. Razlog za ovako brz porast proizvodnje PET-a treba tražiti u činjenici da su svojstva PET-a na bazi obnovljivih sirovina identična sa svojstvima PET-a na bazi fosilnih sirovina i da proizvođači ambalaže pri njegovom korišćenju i recikliranju ne preuzimaju nikakav rizik.

U poslednjih desetak godina biobnovljivim sirovinama se u svetu poklanja sve veća pažnja. Primera radi, Evropska unija, a i druge razvijene zemlje sveta, investiraju značajna sredstva u tzv. biorafinerije, u kojima će se razvijati i koristiti novi postupci izdvajanja i prečišćavanja svih komponenata iz biomase, kao i postupaka njihovog korišćenja, pre svega kao sirovinske baze za hemijsku industriju, pa samim tim i za proizvodnju biopolimera, proizvodnju hrane za ljude i životinje i energenata [7]. Na taj način će se omogućiti kompletno korišćenje biomase npr. iz drveta, jednogodišnjih biljaka, algi, itd., što će sigurno imati za posledicu i manju cenu biopolimera i povećati njihovu konkurentnost na tržištu. Zbog svega toga za biopolimere na bazi obnovljivih sirovina u sledećih dvadesetak godina predviđen je godišnji porast proizvodnje u proseku od 17 do 20 mas.%, dok je za polimere na bazi fosilnih sirovina predviđen porast od maksimum 4 mas.%. Podaci o rezultatima ovih istraživanja mogu se naći u dostupnoj literaturi [8-10].

Atom ugljenika i dva atoma kiseonika su vrlo čvrsto povezana u molekulu ugljen-dioksida. Do pre kratkog vremena samo su biljke mogle da od CO₂ i vode koristeći sunčevu energiju sintetišu polisaharide i čitav niz niskomolekulskih jedinjenja, koja su sva i biorazgrađiva. Međutim u toku 2010. godine stručnjaci firme Bayer, Univerziteta u Ahenu - Centra za katalizu i firme RWE Power, proizvođača električne i toplotne energije na bazi mrkog uglja, počeli su da sintetišu katalizator na bazi zinka, sa kojim je moguće CO₂ aktivirati i ugraditi u organska jedinjenja npr. poliole i njih dalje koristiti za sintezu poliuretana. Krajem 2011. godine navedeni stručnjaci su u Hemijskom parku u Leverkusenu pustili u pogon poluindustrijsko postrojenje u kojem proveravaju novorazvijeni katalitički postupak korišćenja CO₂ za dobijanje poliola, njihove ugradnje u poliuretane i svojstva dobijenih poliuretana. Ako probni rad bude uspešan i ekonomski prihvatljiv, očekuje se da će najverovatnije u toku 2016. godine proraditi i prva fabrika za sintezu poliuretana na bazi CO₂ dobijenog sagorevanjem fosilnih goriva. Zahvaljujući ovome otkriću, CO₂ će od značajnog zagađivača postati vrhunska sirovina i biti uključen u kružni tok materije u prirodi na jedan do sada nepoznat način [11].

3. RAZVOJ AKTIVNE I INTELIGENTNE AMBALAŽE

Poslednjih dvadesetak godina kreativni istraživači u svetu su počeli intenzivno da rade na poboljšanju tehnike pakovanja prehrambenih i drugih osetljivih proizvoda u inetnoj atmosferi i razvoju nove takozvane „aktivne“ i „inteligentne“ ambalaže [12]. Ove dve vrste ambalaže treba da obezbede aktivno učešće ambalaže u npr. produžavanju vremena održavanja željenog kvaliteta pakovanog proizvoda i da daju informacije o kvalitetu proizvoda od proizvodnje, pakovanja, transporta i lagerovanja pa sve do upotrebe.

3.1. Aktivna ambalaža

Pod aktivnom ambalažom podrazumeva se ambalaža u koju su uključene supstance, koje mogu da se prenesu na upakovani proizvod ili u atmosferu oko upakovanog proizvoda (otpuštanje) i/ili da vežu određene supstance iz vazdušnog prostora pakovanja (apsorpcija) i na taj način doprinesu produžavanju veka upotrebe, odnosno sporijem opadanju kvaliteta pakovanog proizvoda. Aktivna ambalaža može da:

- veže ostatke kiseonika u prostoru neispunjenom pakovanim proizvodom,
- veže kapi vode na poklopcu i zidovima ambalaže i tako bolje reguliše vlažnost proizvoda,
- prema potrebi veže ili kontrolisano otpušta (dozira) CO₂ u neispunjen prostor pakovanja,
- veže eten (hormon rasta), koji nastaje pri dozrevanju upakovanog voća i povrća i tako usporava ovaj proces starenja upakovanog proizvoda,
- veže neželjene supstance neprijatnog mirisa,
- otpušta konzervanse kao što su etanol, sorbati ili benzoati,
- otpušta antimikrobne supstance ili
- apsorbuje i/ili reemituje svetlost specifične talasne dužine, koja štetno deluje na pakovani proizvod.

Korišćenjem aktivne ambalaže ciljano se produžava dozvoljeno vreme lagerovanja nekog prehrambenog, farmaceutskog ili kozmetičkog proizvoda do upotrebe, odnosno produžava vreme postojanosti kvaliteta proizvoda.

Navedene funkcije aktivne ambalaže najlakše mogu da se realizuju tako što se u makromolekule ambalaže ugrade odgovarajuće funkcionalne grupe ili se u jedan sloj, npr. višeslojne polimerne folije, umešaju niskomolekulske supstance sa željenim svojstvima, koje polimer može da otpušta kontrolisanom brzinom, da aktivne supstance u polimernoj foliji vezuju neželjene supstance iz gasnog prostora u pakovanju ili da se aktivna supstanca u specijalnim posudicama unosi zajedno sa pakovanim proizvodom u ambalažu.

3.2. Inteligentna ambalaža

Pod inteligentnom ambalažom se podrazumeva uobičajena ili aktivna ambalaža, koja je opremljena sa jednim unutrašnjim ili spoljašnjim indikatorom. Ovaj indikator treba da omogući sakupljanje informacija o svim uticajima kojima je izložen pakovani proizvod „u toku celog života“, ali i o trenutnom stanju njegovog kvaliteta. Primera radi vizuelni indikatori promenom boje ukazuju kupcu na stanje kvaliteta proizvoda. Na taj način potrošač dobija pouzdanu informaciju o kvalitetu pakovanog proizvoda i o datumu do kojeg proizvod zadržava potrebni kvalitet, odnosno do kojeg se npr. prehrambeni proizvod može bezbedno koristiti, čime se povećava sigurnost kupca. Primena inteligentne ambalaže pruža mogućnost dugoročne uštede finansijskih sredstava, ali i poboljšanje imidža proizvođača [13].

Značajan napredak u razvoju aktivne i inteligentne ambalaže ostvaren je razvojem i primenom tehnologije elektronske identifikacije proizvoda pomoću radiofrekvenci (Radio Frequency Identification Device – RFID) [14]. (Više informacija o inteligentnoj ambalaži može se naći u radu pod brojem 12)

Interesantno je ukazati da EU, za razliku od Japana, USA i Australije, kasni sa primenom aktivne i inteligentne ambalaže i da je primena ove ambalaže pravno regulisana tek uredbom EG 1935/2004, a detaljna uputstva o njenom korišćenju obelodanjena su uredbom EG 450/2009. U Evropi se intenzivno istražuju mogućnosti poboljšanja svojstava aktivne i inteligentne ambalaže i očekuje se brzo povećanje njihove primene.

4. POBOLJŠANJE SVOJSTAVA FOLIJA OD POLIMERNIH I KOMBINOVANIH MATERIJALA KOJE SE KORISTE ZA IZRADU FLEKSIBILNE I AMBALAŽE POSTOJANOG OBLIKA

Prehrambeni, farmaceutski, kozmetički i hemijski proizvodi su vrlo osetljivi na dejstvo kiseonika i vlage. Za razliku od klasičnih ambalažnih materijala (staklo, metali, keramika) polimerni materijali zbog svoje molekulske i nadmolekulske strukture propuštaju značajnu količinu gasova i para, koje vrlo štetno deluju na upakovane proizvode. Zbog toga, izbor polimernih materijala za izradu fleksibilne i nekih tipova ambalaže postojanog oblika za pakovanje navedenih proizvoda, zahteva dobro poznavanje fizičko-hemijskih svojstava pakovanog proizvoda i polimernih materijala koji se koriste za izradu ambalaže. Pored standardnih fiziko-hemijskih svojstava izuzetno je važno poznavati i barijerna svojstva polimernih materijala, odnosno njihovu propustljivost npr. za kiseonik i vodu paru. Za najveći broj čistih polimernih materijala brojne vrednosti za propustljivost i koeficijent propustljivosti npr. za kiseonik i vodu paru mogu se naći u literaturi [15]. Na slici 5 prikazane su granične vrednosti za propustljivost kiseonika i vodene pare koju treba da imaju polimerni materijali za izradu ambalaže, koja treba da omogući željeno vreme upotrebe nekoliko izabranih prehrambenih proizvoda [16].

Poređenjem propustljivosti za kiseonik i vodu paru monofolija od polimernih materijala iz literature [15] sa graničnim vrednostima propustljivosti kiseonika i vodene pare, koje treba da obezbedi ambalaža za uspešno pakovanje proizvoda prikazanih na slici 5, došlo se do saznanja da se povezivanjem dve folije može dobiti nova dvoslojna – dupleks folija sa značajno boljim barijerim svojstvima. Ilustracije radi na slici 6 prikazani su eksperimentalni rezultati propustljivosti za kiseonik i vodu paru pojedinačnih folija od PET-a i PE, kao i dvoslojne folije PET/PE [17].

Kao što se vidi na slici 6, povezivanjem folija od PET-a i PE dobijena je jedna dupleks folija sa vrlo dobrim barijernim svojstvima. Da bi se takva barijerna svojstva ostvarila sa folijama izrađenim samo od PET-a ili PE-a bilo bi neophodno njihovu debljinu povećati za nekoliko puta. Zbog toga se

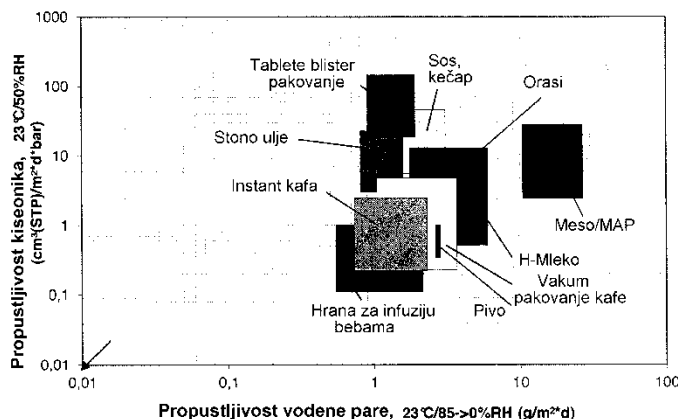
korišćenjem dupleks folije PET/PE pored značajnog poboljšanja barijernih i drugih svojstava ostvaruju i značajne uštede u materijalu po jedinici pakovanja. Kada je to shvaćeno, počelo je intenzivno izučavanje proizvodnje višeslojnih folija i poboljšavanje njihovih barijernih svojstava prvo samo od polimernih materijala, a zatim i od različitih materijala (polimeri, aluminijum, papir, karton). Pri ovim istraživanjima je konstatovano da se barijerna i druga svojstva višeslojnih folija mogu poboljšati ne samo kombinacijom slojeva folija od različitih materijala već i :

- naparavanjem na njihovu površinu sloja metala, oksida metala i keramike – SiO_x ili obradom sa plazmom i
- unošenjem u polimere punila sa nano dimenzijama (1 – 100 nm). Kao nanomaterijali pri izradi ambalaže za sada se ograničeno koriste: aluminijum-oksidi, silicijumdioksidi, amorfni ugljenik, silikati sa slojevitom građom, srebro, cink-oksidi i titan-dioksidi [18]. (U razvoj primene nanomaterijala pri izradi ambalaže u svetu se ulažu značajna sredstva, ali se obimnija primena u Evropi očekuje za četiri do pet godina.)

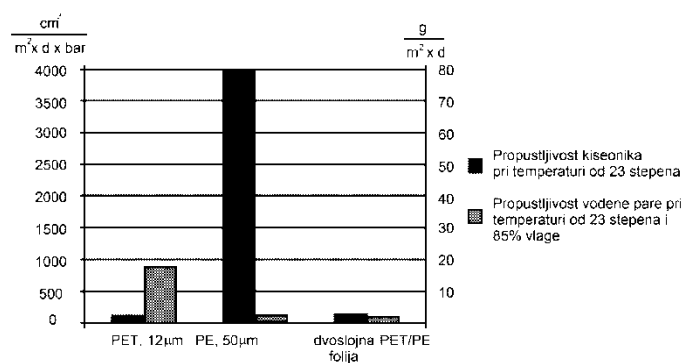
Rezultati navedenih izučavanja su doveli do toga da se danas za pakovanje prehrambenih, farmaceutskih, kozmetičkih ili hemijskih proizvoda u najvećoj meri koristi fleksibilna ambalaža izrađena od višeslojnih folija. Očekuje se da će razvoj novih višeslojnih folija sa boljim svojstvima omogućiti dodatno povećanje korišćenja višeslojne fleksibilne ambalaže za pakovanje navedenih vrsta proizvoda.

Osetljivost prehrambenih ili farmaceutskih proizvoda na dejstvo kiseonika i vodene pare pri izabranoj temperaturi se značajno razlikuju, pa je za svaki proizvod neophodno odabrati ambalažu po meri, koja omogućava da se u pakovanju održava neophodna vlažnost i koncentracija kiseonika, koje omogućavaju što je moguće dužu postojanost pakovanog proizvoda, odnosno vreme upotrebe.

Oprema za proizvodnju višeslojnih folija tehnikama ekstrudiranja i kombinacijom ekstrudiranja i duvanja je vrlo razvijena. Ona omogućava da se proizvode jednoslojne i višeslojne mono i biaksijalno orijentisane folije sa debljinom od 10 μm do 1500 μm i koriste za izradu fleksibilne ambalaže, kao i ambalaže postojanog oblika npr. tehnikom termooblikovanja. Danas je moguće proizvoditi i folije od sedam slojeva [www.reifenhäuser-group.com], ali se još uvek za izradu ambalaže najviše koriste folije sa dva, tri, pet, sedam i devet slojeva.



Slika 5. Zahtevane oblasti propustljivosti kiseonika i vodene pare za ambalažu od polimernih materijala za uspešno pakovanje navedenih prehrambenih proizvoda



Slika 6. Propustljivost kiseonika i vodene pare za monofolije izrađene od PET-a i PE i dvoslojne folije PET/PE

5. DOPRINOS ODRŽIVOM RAZVOJU PRIMENOM I PONOVNOM UPOTREBOM AMBALAŽE OD POLIMERNIH MATERIJALA

5.1. Eko sistem naše planete – zemlje

Eko sistem naše planete čine, kao što se vidi na slici 7, stene, podloga, voda, vazduh i između njih živi svet. Energija za opstanak eko sistema zemlje dolazi od sunca [19].

Između svih komponenata eko sistema, kao što se vidi na slici 7, dolazi do interakcija različitih vrsta koje su označene vertikalnim sterelicama. Približno konstantan priliv energije sunčevog zračenja u toku jedne godine, ima za posledicu uspostavljanje dinamičke ravnoteže između komponenata eko sistema i permanentnog kružnog toka energije i materije, a samim tim i opstanak živiog sveta na planeti.

U periodu od 1910. godine do danas na zemlji je došlo do naglog razvoja industrije, mehanizacije poljoprivrede i proizvodnje sve većih količina hrane, razvoja hemije i medicine, kao i sve veće industrijske proizvodnje različitih vrsta dobara. Sve to je praćeno vrlo brzim porastom ukupnog broja stanovnika na zemlji, koji je u periodu od 1927. godine do 2011. godine porastao od 2 do 7 milijardi [20]. Ubrzan razvoj industrije i porast broja stanovnika je praćen nekontrolisanim porastom potrošnje sirovina i energije, kao i proizvedenih dobara i formiranja konzumnih društva. To je takođe praćeno nastajanjem sve većih količina gasovitog, tečnog i čvrstog otpada.

Na slici 7 šematski je prikazano da proizvodi ljudske delatnosti na zemlji utiču na sve komponente eko sistema zemlje (horizontalne sterelice) i samim tim i na uspostavljanje ravnoteže i kružne tokove materije i energije na zemlji. Do 1927. godine i broja stanovnika od oko 2 milijarde uticaj proizvoda ljudske delatnosti na eko sistem zemlje mogao je da se zanemari. To je bilo moguće zato što **eko sistem zemlje ima sposobnost da prihvati određene količine svih vrsta otpada bez posledica po uspostavljeno ravnotežno stanje. Međutim, kada potrošena količina sirovina i nastala količina otpada, koju ljudi odbacuju, pređe jednu graničnu vrednost, dolazi do narušavanja uspostavljene ravnoteže i trajnih promena u eko sistemu zemlje sa još uvek nesagledivim posledicama.**

Na osnovu do sada rečenog proizilazi da je do zagađenja planete zemlje došlo zbog:

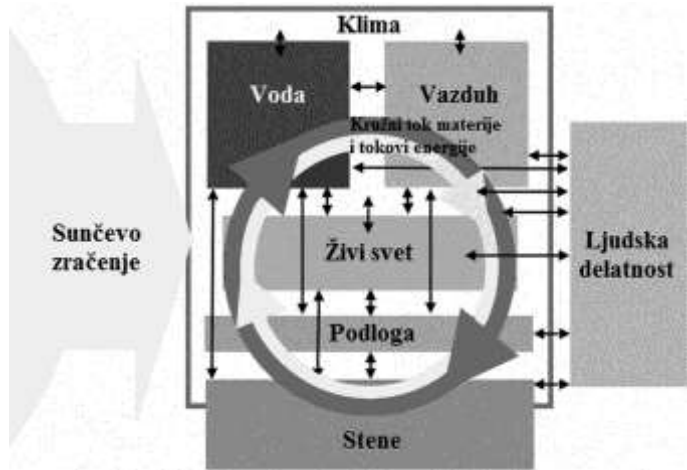
- naglog povećanja broja stanovnika na zemlji i sa tim povezanom prekomernom potrošnjom sirovina, energije i proizvedenih dobara i nastajanja neprihvatljivih količina otpada različitih vrsta,
- ograničenog kapaciteta eko sistema zemlje da bez posledica prihvati nastale količine otpada i uključi ih u kružni tok materije na zemlji.

U poslednjih tridesetak godina izgleda da je pored naučnika i istraživača, i veliki broj političara u najrazvijenijim zemljama sveta shvatio da:

- planeta zemlja nije više u stanju sama da reši probleme izazvane prekomernom potrošnjom sirovina i prekomernim zagađenjem tla, voda i atmosfere, kao i da je opasnost od globalnog zagrevanja planete potpuno realna,
- nijedna zemlja na svetu, ma koliko bila velika i jaka, nije u stanju da samo svojim građanima garantuje bezbedne uslove za život, već da to može da se realizuje samo zajedničkim naporima svih zemalja sveta delovanjem npr. kroz UN.

Ujedinjene nacije su u poslednjih tridesetak godina organizovale veliki broj skupova na kojima se raspravljalo o zaštiti životne sredine. Tako je 1987. godine jedna Komisija UN, koju je vodila premijerka Norveške - G. H. Brundtland, u svome izveštaju predložila definiciju pojma održivog razvoja koja glasi: **„Razvoj koji zadovoljava potrebe čovečanstva danas, bez umanjavanja mogućnosti da buduće generacije zadovolje svoje egzistencijalne potrebe“** [21]. Ova definicija održivog razvoja je odmah prihvaćena u celom svetu. Brundtland-komisija je u obrazloženju pojma održivog razvoja navela da on ne obuhvata samo zaštitu životne sredine - ekologiju, već ima i ekonomsku i socijalnu komponentu. Ekološka, ekonomska i socijalna komponenta **moraju** da budu ravnopravno zastupljene u održivom razvoju.

Od značaja je da se pomene i svetska konferencija o razvoju i zaštiti životne sredine, koja je održana 1992. godine u Rio de Ženeiru i na kojoj je održivi razvoj prihvaćen kao zajednički cilj svih članica UN (globalno partnerstvo) i na kojoj je sačinjena Agenda 21 u kojoj je opisan kompletan program rada u realizaciji postavljenih ekoloških ciljeva [22].



Slika 7. Šematski prikaz ekosistema naše planete – zemlje

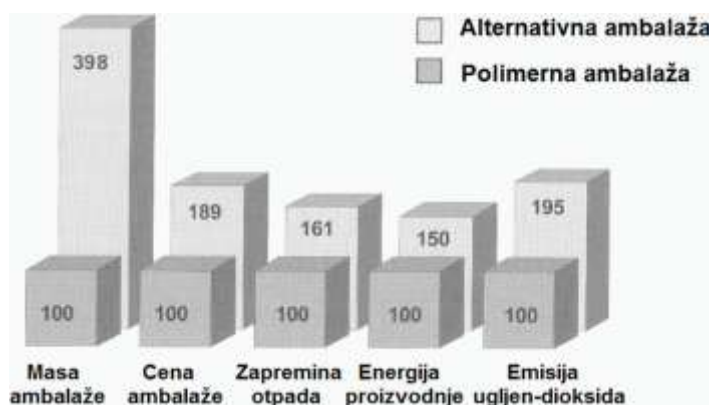
U periodu od 2000. do 2015. godine samo u okviru UN održano je nekoliko sastanaka sa temama o zaštiti životne sredine i održivom razvoju u celini, na kojima su doneti kvalitetni zaključci, koji se vrlo sporo ili uopšte ne realizuju. U prilog tome govori činjenica da se količina otpada u svetu permanentno povećava, a emisija CO₂ eksponencijalno raste i dostigla je u 2011. godini 32 milijarde tona. Razlog za to je što najrazvijenije zemlje sveta nisu spremne da se odreknu dela svojih profita i investiraju odgovarajuća sredstva neophodna za uvođenje održivog razvoja. Nerazvijene zemlje sveta, imaju želju ali nemaju dovoljno znanja i finansijskih sredstava da se aktivnije uključe i doprinesu uvođenju održivog razvoja u svojim sredinama.

5.2. Ekološka svojstva ambalaže od polimernih materijala

Za poređenje ekoloških svojstava materijala, koji se koriste za izradu ambalaže, razrađena je procedura koja omogućava dobijanje „ekološke lične karte“, odnosno ekološkog bilansa materijala i zvanično publikovana u obliku normi DIN EN ISO 14040 – 14044, i kao takva je opšteprihvaćena. Ekološki bilansi omogućavaju korektno poređenje različitih materijala, svih faza njihove proizvodnje, prerade, upotrebe i recikliranja, kao i doprinosa svake faze zagađenju živote sredine.

Stručnjaci Društva za istraživanje tržišta ambalaže u Visbadenu (Nemačka) su izučavali šta bi se desilo kada bi u Nemačkoj sa tržišta bila povučena sva ambalaža izrađena od polimernih materijala i zamenjena sa ambalažom izrađenom od alternativnih materijala, koji se već koriste za izradu ambalaže. Od te studije na slici 8 prikazano je samo nekoliko danas aktuelnih rezultata.

Kao što se vidi na slici 8, korišćenjem alternativnih materijala za izradu ambalaže za pakovanje iste količine jednog proizvoda, masa ambalaže porasla bi za skoro četiri puta, cena ambalaže za skoro dva puta, zapremina otpada bi se povećala za 1,6 puta, energija za izradu ambalaže bila bi 1,5 put veća, a emisija CO₂ u atmosferu bila bi skoro dva puta veća. Rezultati prikazani na slici 10 nedvosmisleno pokazuju da su polimerni materijali na bazi fosilnih i obnovljivih sirovina superiorni u poređenju sa drugim materijalima, koji se koriste za izradu ambalaže i to kako po tehnološkim, tako i po ekonomskim i ekološkim kriterijumima.



Slika 8. Posledice zamene polimernih materijala pri izradi ambalaže sa alternativnim materijalima pri pakovanju iste količine nekog proizvoda (www.gvm-wiesbaden.de)

U velikom broju razvijenih zemalja u poslednjih tridesetak godina angažovana su značajna sredstva i naučni potencijali u cilju rešavanja problema komunalnog otpada, pa samim tim i polimernog otpada, kao jedne komponente komunalnog otpada. Na osnovu rezultata sprovedenih istraživanja konstatovano je da je problem polimernog otpada vrlo složen i da ga nije moguće rešiti na jednostavan način [23]. Prema tim rezultatima rešenju problema polimernog otpada, a samim tim i zaštite životne sredine, može se doprineti:

- smanjenjem otpada,
- ponovnom upotrebom polimernih materijala iz otpada – recikliranjem u cilju dobijanja novih materijala i sirovina,
- ponovnom upotrebom polimernog otpada u cilju dobijanja energije,
- odlaganjem polimernog otpada u korektno uređene deponije.

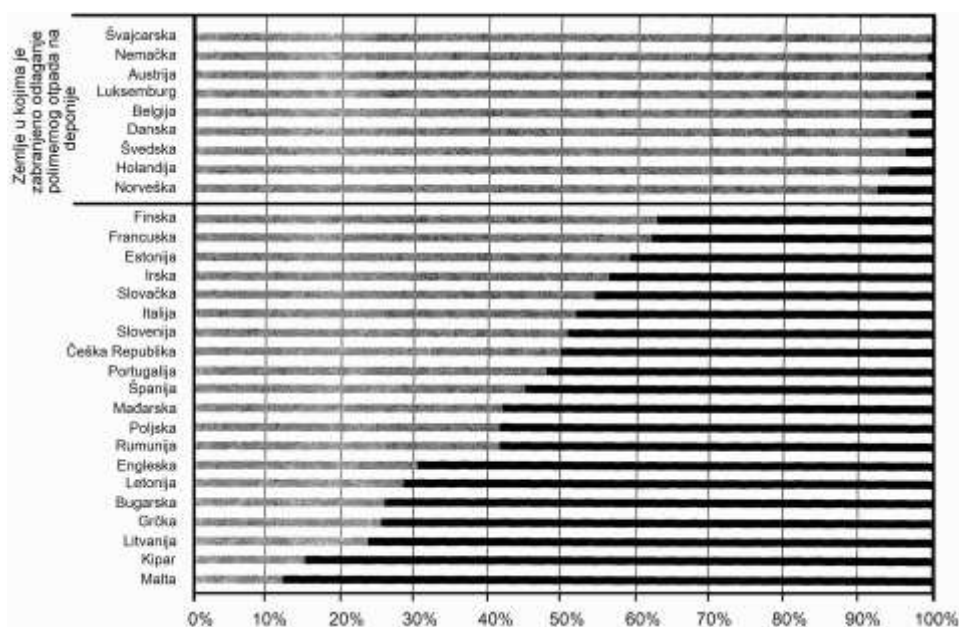
Svi predloženi načini rešavanja problema polimernog otpada su tada prihvaćeni kao ravnopravni. Koji od njih će se koristiti u nekom konkretnom slučaju danas se odlučuje na osnovu izrade ekološkog bilansa i opreme koja je na raspolaganju.

U priodu od 1975. do 1995. godine došlo je do značajnog poboljšanja kvaliteta polimernih materijala, kao i postupaka njihove prerade i izrade ambalaže. Time je postignuto da se za pakovanje iste

količine nekog proizvoda danas koristi mnogo manje polimernog materijala nego npr. 1980. godine, kada je npr. jedna čaša za jogurt imala 6,5 grama, a danas ima 3,5 grama. Posebno značajni rezultati u poboljšanju svojstava ostvareni su pri proizvodnji npr. poliolefina primenom metalocenskih katalizatora, kao i korišćenjem višeslojnih folija za izradu fleksibilne ambalaže. Poslednjih dvadesetak godina masa polimernih materijala za izradu ambalaže za pakovanje prehrambenih proizvoda smanjena je za oko 28 mas.%, pa je samim tim pored uštede sirovina, energije i smanjenja emisije CO₂, smanjena i količina ambalažnog otpada. Međutim, ovo značajno smanjenje potrošnje polimernih materijala po jedinici pakovanja nije doprinelo trajnom smanjenju mase polimernih materijala na otpadu, zato što je u istom periodu značajno povećan broj proizvoda, koji se pakuje u ambalažu od polimernih materijala, broj pakovnih jedinica i broj potrošača koji koriste proizvode pakovane u ambalažu od polimernih materijala.

Najveći doprinos rešavanju problema polimernog otpada za sada se ostvaruje ponovnom upotrebom polimernog otpada – recikliranjem u cilju dobijanja „novih“ materijala ili sirovina i ponovnom upotrebom spaljivanjem u cilju dobijanja energije. Odlaganjem polimernog otpada na deponije je prema sadašnjem shvatanju i pored još uvek velike primene najnepovoljnije rešenje, jer se njime praktično na neodređeno vreme odlaže korišćenje sirovina i energije vezane u polimerima, a značajno povećava količina otpada na već skoro popunjenim deponijama.

Na slici 9 prikazano je šta se dešavalo sa polimernim otpadom sakupljenim u zemljama EU+2 u toku 2012. godine [24].



Slika 9. Polimerni otpad u Evropi (EU 27+2) koji je u toku 2012. godine recikliran u nove materijale i sagorevan u cilju dobijanja energije (grafo boja) i odlagan na deponije (crna boja). Ukupna količina sakupljenog polimernog otpada u EU je iznosila oko 27,8 miliona tona.

Kao što se vidi na slici 9 u 2012. godini samo je devet zemalja u EU ponovo koristilo preko 90 mas.% sakupljenog polimernog otpada i još dve zemlje oko 62 mas.%, a ostale znatno manje. U zemljama EU+2 je u toku 2012. godine, i pored zabrane odlaganja neobrađenog komunalnog polimernog otpada, na deponije odloženo 46,4 mas.%, koji uglavnom predstavlja ambalažni polimerni otpad. Na osnovu podataka prikazanih na slici 9 može se zaključiti da među zemljama EU postoje značajne razlike u stepenu organizovanosti i pripremljenosti za realizaciju usvijenih projekata o zaštiti životne sredine.

U toku 2012. godine u Nemačkoj je usvojen novi zakon o privredi kružnog toka (KrWG), a Komisija EU je u julu 2014. godine obelodanila paket mera pod nazivom: "A Zero Waste Programme for Europe" kojima se podržava privreda kružnog toka, povećanje iskorišćenja resursa na tlu Evrope i pojednostavljenju zakona o otpadu. Ovim zakonom su obuhvaćeni svi pozitivni propisi i direktive kojima je regulisan rad na rešavanju problema otpada, a samim tim i polimernog otpada, kao i ciljevi Evropske unije da se u dogledno vreme sve veće količine proizvedenih polimernih materijala kaskadno koriste i da se na deponije odlaže zanemarljivo mala količina, koja se iz bilo kojih razloga ne može

ponovo koristiti i to prevashodno recikliranjem u nove materijale i sirovine ili za dobijanje energije [25]. Prema nekim optimističkim prognozama očekuje se da će u EU posle 2020. godine deponije, bar što se tiče polimernih materijala „mogu zatvoriti“. Da bi se ova prognoza mogla ostvariti bilo bi neophodno da se u sledećih pet godina kvalitet recikliranog polimernog otpada izjednači ili bar približi kvalitetu, odnosno svojstvima primarno korišćenih polimera. Da bi se kvalitet reciklata toliko poboljšao biće neophodno operacije prikupljanja, klasiranja, prečišćavanja, razdvajanja i prerade učiniti mnogo efikasnijim i što je vrlo bitno i značajno jeftinijim. Imajući u vidu podatke prikazane na slici 9 (sadašnje stanje), kao i ekonomsku i političku situaciju u Evropi i svetu, teško je prihvatiti da je moguće u Evropi tako nešto brzo realizovati i pored toga što EU spada u jednu od najrazvijenijih oblasti na svetu, što raspolaže sa neophodnim visoko stručnim kadrovima, razvija i proizvodi neophodnu opremu za realizaciju svojih ekoloških ciljeva i ulaže značajna sredstva u implementaciju održivog razvoja.

LITERATURA

- [1] Was sind Biokunststoffe, Factsheet, European Bioplastics (januar 2014).
- [2] H. J. Endres, A. Siebert-Raths, Technische Biopolymere, Carl Hanser, München, 2009.
- [3] J. Klein, Neue Synthese-Polymere auf Basis nachwachsender Rohstoffe – Ergebnisse und Perspektiven, s. 5-26, im Gültzower Fachgespräche, Moderne Polymere – Kohlenhydrate und Pflanzenöle als innovative Rohstoffe, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gültzow, 2001.
- [4] H. Pütter, Biomasse eine unerschöpfliche Ressource?; www.aktuelle-wissenschaft.de/2008/woche22/w22.html.
- [5] H. Käß, Zurück zur Natur, Kunststoffe 92 (2002) 34-40.
- [6] European Bioplastics, Institute for Bioplastics and Biocomposites, novo-Institute (2014).
- [7] <http://www.biocore-europe.org>
- [8] <http://ceresana.com/de/marktstudien/kunststoffe/biokunststoffe>
- [9] S. Jovanović, J. Džunuzović, Ž. Stojanović, Polymers Based on Raw Materials – Part I, Chemistry in Industry, 62(9-10) (2013) 307-314.
- [10] S. Jovanović, J. Džunuzović, Ž. Stojanović, Polymers Based on Raw Materials – Part II, Chemistry in Industry, 62(9-10) (2013) 315-326.
- [11] Drei Atome für eine saubere Zukunft; <http://research.bayer.de/co2>.
- [12] A. L. Brody, What's Active about Intelligent Packaging, Food Technol. 55 H.6 (2001) 75-78.
- [13] W. Holley, Aktive und Intelligente Kunststoffverpackungen, Verpackungs Symposium, Dokumentation, str. 61-66, Berlin 2001.
- [14] J. Schmidt, R. Jansen, Effizienzsteigerung im Informationsfluss, PackReport 5 (2002) 59-61.
- [15] S. Pauly: Permeability and Diffusion Data. In: J. Brandrup, E. H. Immergut: Polymer Handbook. Wiley Interscience Publication New York 1989, str. 435-449.
- [16] Z. Scheuerer, M. Jesdinszki, Permeationsmessungen, Prüfpraxis im Verpackungswesen, Teil 3. Verpackungs-Rundschau 4 (2013) 48-51.
- [17] M. Kassmann (Hrsg), Grundlage der Verpackung, 2. Auflage, str. 90, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich, 2014.
- [18] H. C. Langowski: Anwendung der Nanotechnologie in Materialien für den Lebensmittelkontakt. Siehe: http://www.bfr.bund.de/cm/232/anwendung_der_nanotechnologie_in_materialien_fuer_den_lebensmittelkontakt.pdf.
- [19] Ökosystem Erde. <http://www.oekosystem-erde.de/html/system-erde.html>
- [20] Wie viele Menschen werden in Zukunft auf der Erde leben - Stiftung Weltbevölkerung.
- [21] UN Department of Economic and Social Affairs, Division for Sustainable Development. <http://www.un.org/sustdev>
- [22] www.un.org/esa/sustdev/agenda21.htm
- [23] S. Jovanovic, Ponovna upotreba polimernih materijala – recikliranjem, Hemijska industrija, 53 (1999) 31.
- [24] Plastic – the Facts 2013, An analysis of European latest plastics production, demand and waste data, PlasticsEurope, www.consultic.com
- [25] EU Kommission (2013): Grünbuch zu einer europäischen Strategie für Kunststoffabfälle in der Umwelt.

REFINING VS ULTRASOUND FOR RECYCLED FIBERS

POREĐENJE RAFINIRANJA I ULTRAZVUČNE OBRADE RECIKLIRANIH VLAKANA

Tea Toplišek¹, Matija Mraović¹, Tadeja Muck^{1,2}

¹ Pulp and Paper Institute, Ljubljana, Slovenia

² University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Ljubljana, Slovenia

Abstract

In the present study, a comparison in the properties between mechanical refining and ultrasound was made for recycled fibers. The morphology of as-received input material and morphology after mechanical refining and ultrasound was studied using optical and scanning electron microscopy. Further on, the basic properties of fibers and laboratory sheets were compared using standard methods. Based on the results, the final evaluation of both processes was made. The answer, whether ultrasound can be used instead of refining was given as final remark.

Key words: recycled fibers, mechanical refining, ultrasound

Izvod

U ovoj studiji upoređeni su mehaničko rafiniranje i ultrazvučna obrada recikliranih vlakana. Morfologija dobijenih ulaznih materijala i morfologija posle mehaničke i ultrazvučne obrade proučavana je optičkim mikroskopom i skenirajućim elektronskim mikroskopom. Osnovna svojstva vlakana i laboratorijski izrađenih listova papira poređena su primenom standardnih metoda. Na osnovu dobijenih rezultata konačno su procenjena oba procesa. Odgovor, da li s eultrazvučna obrada može primenjivati umesto mehaničke dat je kao krajnja napomena.

Ključne reči: reciklovana vlakana, mehaničko rafiniranje, ultrazvuk

1. INTRODUCTION

Scientists and papermakers all over the world are seeking new solutions to replace mechanical refining which is known as time and energy consuming and also inhomogeneous. Refining gives the fibers their desired properties which makes it crucial in the first step of papermaking. Nowadays new approaches, new methods, new possibilities are already available at laboratory scale but there is still no realization of it on scale-up process. One of the novel methods that can be used in papermaking industry is ultrasound. It has been known for over a hundred years, but its use is becoming widespread today. The very first attempt to use ultrasound as an aid in pulp refining was in the early 50's of the 20th century. Some of the positive effects using ultrasound are increased fibrillation of the fibers, formation of fines, increased paper strength and there is no shortening of the fibers [1, 2].

In the present study, all mentioned positive effects of ultrasound were taken into account using different techniques and methods (optical and scanning electron microscopy, standard methods for measuring basic mechanical properties).

2. EXPERIMENTAL

Recycled fiber, marked as DIP66, from Slovenian paper mill Vipap Videm Krško d.d. were used throughout this study.

Mechanical treatment of recycled fibers was performed in PFI laboratory beater mill. Due to lack of experiences, 500 and 1000 PFI revolutions were used for the same period of time. The fibers consistency was 10 %. The fibers were disintegrated in laboratory disintegrator for 30 000 revolutions in order to achieve complete separation of fibers, before and after refining.

For the comparison of mechanical properties of fibers and laboratory sheets, a high-intensity ultrasonic processor, Vibra–Cell VCX–750, was used (frequency 20 kHz, maximum power 750 W) [3].

The diameter of the sonotrode with a replaceable tip was 19 mm. The treated volume was in the range of 500 ml to 600 ml. The final effect of this process on fibers and laboratory sheets properties depend on (i) sonication time, (ii) stock consistency, (iii) power, (iv) temperature and (v) the distance of the tip from the bottom of the beaker [4], but in order to compare results for different input materials, e.g. hardwood cellulose fibers, softwood cellulose fibers, thermo groundwood pulps, sonication time from 0 to 120 min with 30 min interval, the fibers consistency of 1,0 %, the amplitude of 60 % and the distance between the sonotrode and the bottom of the beaker of 3,5 cm, to achieve slightly mixing of suspension, were chosen. Also here, the fibers were disintegrated in a laboratory disintegrator for 30 000 revolutions in order to achieve the complete separation of the fibers, before and after sonication process. The final temperature and energy consumed per treated volume were also monitored.

During sonication process, fiber suspension can also be cooled (water bath, ice bath) (Figure 1), since the temperature can significantly affect the final properties of the fibers. The fiber suspension can also be stirred with a magnetic stirrer to prevent the bonding of the fibers. In this experiment, we did not decide neither for cooling nor for stirring the fiber suspension.

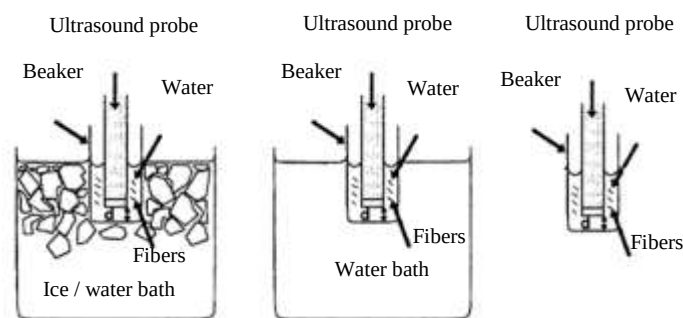


Figure 1: Possibilities for cooling the fiber suspension during sonication process [4]

A physical phenomenon, called acoustic cavitation, occurs in the medium during sonication process that leads to creation, expansion and implosion of microscopic gas- or vapor-filled bubbles. These bubbles produce blows of high temperature and high pressure. The occurrence and extent of cavitation depends on parameters of ultrasound field and are influenced by frequency, sound wave amplitude and temperature and also on media properties [5, 6].

The fiber suspension was characterized in terms of drainability, expressed as the Schopper–Riegler degree ($^{\circ}\text{SR}$) and examined with optical microscope Nikon type 115 and scanning electron microscope SUPRA 35 VP (Carl Zeiss).

The handsheets were made using Rapid-Köthen sheet forming machine in order to evaluate the influence of fiber properties on final quality of the paper. The basic properties, which were measured, are listed in Table 1 along with associated standards.

Table 1: Methods and associated standards

Method	Standard
Determination of stock concentration	ISO 4119
Determination of drainability – Schopper-Riegler method	ISO 5267–1
Preparation of laboratory sheets for physical testing – Rapid-Köthen method	ISO 5269–2
Determination of grammage	ISO 536
Determination of thickness, density and specific volume	ISO 534
Determination of tensile properties – Constant rate of elongation method	ISO 1924–2
Determination of tearing resistance – Elmendorf method	ISO 1974
Determination of bursting strength	ISO 2758

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Mechanical refining

The properties of fiber suspension and mechanical properties of laboratory sheets after mechanical refining with PFI laboratory beater mill are summarized in Table 2. The initial value of drainability is already high, 62 °SR, since these fibers were already used at least once in papermaking process and thus already subjected to mechanical refining. With increasing the number of revolutions (from 0 to 1000 PFI revolutions), Schopper–Riegler value increases to 67 °SR, which means drainability decreases. Fibers are further subjected to shortening, kneading and fibrillation. In this way, bigger specific area is achieved along with lots of (micro) fibrils that help bonding the fibers together. This is also the reason, why all basic properties (tensile index, bursting index and breaking length) increase, except for tearing index, which is decreasing with PFI revolutions.

Better insight into mechanical properties of fiber suspension and laboratory sheets, depending on the number of revolutions, is given in Figure 2; while Figure 3 shows another aspect of it, where basic mechanical properties of fiber suspension and laboratory sheets are presented as relative change (in percentage), compared to as-received fibers. The relative change in tensile index, bursting index and breaking length is almost independent on PFI revolutions; the values are varying between 12 % and 22 %, while relative change in drainability is neglectable. Tearing index reaches its maximum in as-received fibers; with increasing of PFI revolutions it decreases.

Table 2: Basic properties of fiber suspension and laboratory sheets treated with PFI laboratory beater mill at different revolutions

	PFI laboratory beater mill		
Number of revolutions	0	500	1000
Drainability [°SR]	62	64	67
Tensile index [Nm/g]	38,45	44,66	49,55
Tearing index [mNm ² /g]	7,91	7,52	7,04
Bursting index [kPam ² /g]	2,53	2,88	3,18
Breaking length [km]	3,919	4,553	5,051

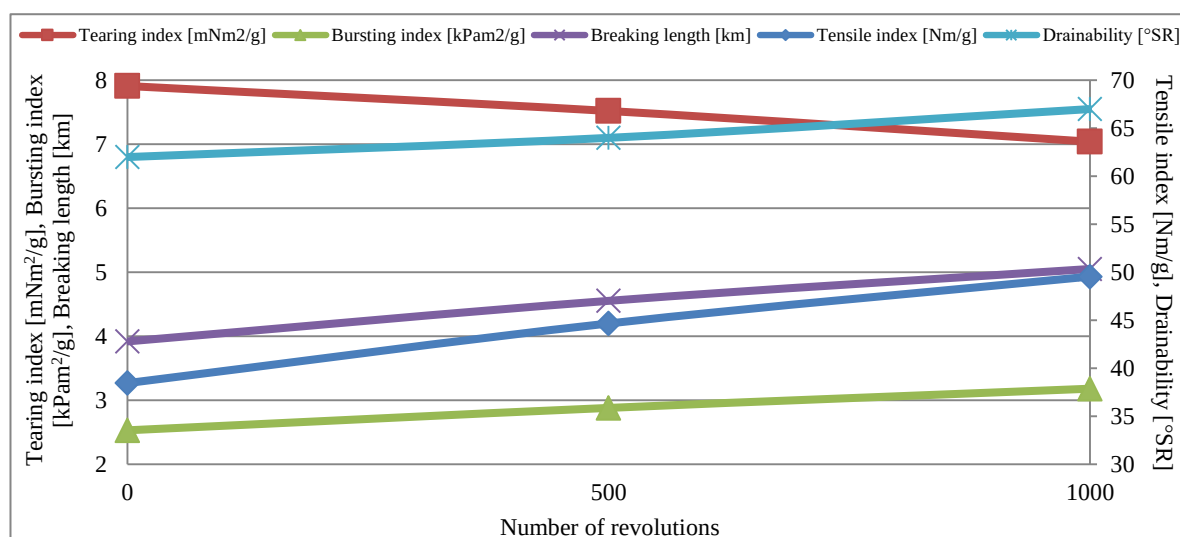


Figure 2: Mechanical properties of fiber suspension and laboratory sheets depending on the number of revolutions

Morphology of as-received fibers was examined using optical (Figure 4) and scanning electron microscopy (Figure 5). In the first case, micrographs were recorded at different positions of prepared sample and the same magnification, while using electron microscope, micrographs were recorded at different positions and different magnifications. From all micrographs it is seen that fibers already have

lot of (micro) fibrils. In some cases, cell walls are peeling off and opening thus setting free (micro) fibrils that are hidden inside each secondary wall. The result is bigger specific surface area and stronger bonding between the fibers.

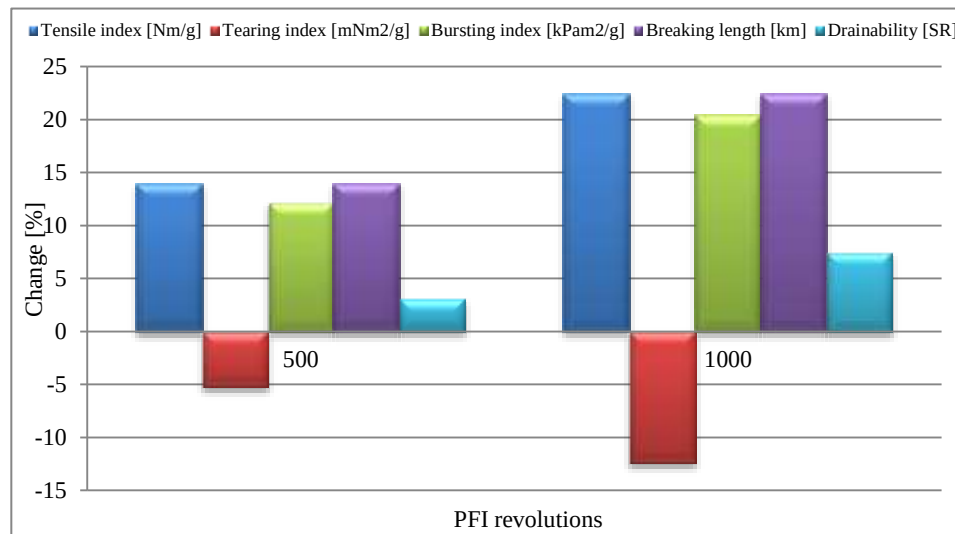


Figure 3: Relative change in mechanical properties of fiber suspension and laboratory sheets depending on the number of revolutions



Figure 4: Optical micrographs of as-received recycled fibers



Figure 5: SEM micrographs of as-received fibers at different magnifications

3.2 Sonication process

The properties of fiber suspension and laboratory sheets after sonication process are summarized in Table 3. As it can be seen, mechanical properties, even after 120 min, do not reach values of mechanical refining, while Schopper-Riegler value increases to 80 °SR, which is much higher compare to refining at 1000 PFI revolutions. However, all mechanical properties, except for tearing index, increase with sonication time.

Figure 6 shows how sonication time affects mechanical properties of fiber suspension and laboratory sheets, while Figure 7 shows basic mechanical properties of fiber suspension and laboratory sheets expressed as relative change (in percentage), compared to as-received recycled fibers. The relative change for tensile index and breaking length increases with sonication time, the same is true for

bursting index and drainability to 90 min. Tearing index is decreasing with sonication time, and after 120 min it is even lower than initial one.

Table 3: Basic properties of fiber suspension and laboratory sheets treated with ultrasound

	High-intensity ultrasonic processor				
Sonication time [min]	0	30	60	90	120
Drainability [$^{\circ}\text{SR}$]	62	68	68	80	74
Tensile index [Nm/g]	32,77	39,04	41,25	42,82	43,87
Tearing index [mNm^2/g]	5,36	5,81	5,51	5,53	5,21
Bursting index [kPam^2/g]	2,35	2,56	2,70	2,86	2,82
Breaking length [km]	3,341	3,980	4,204	4,365	4,472

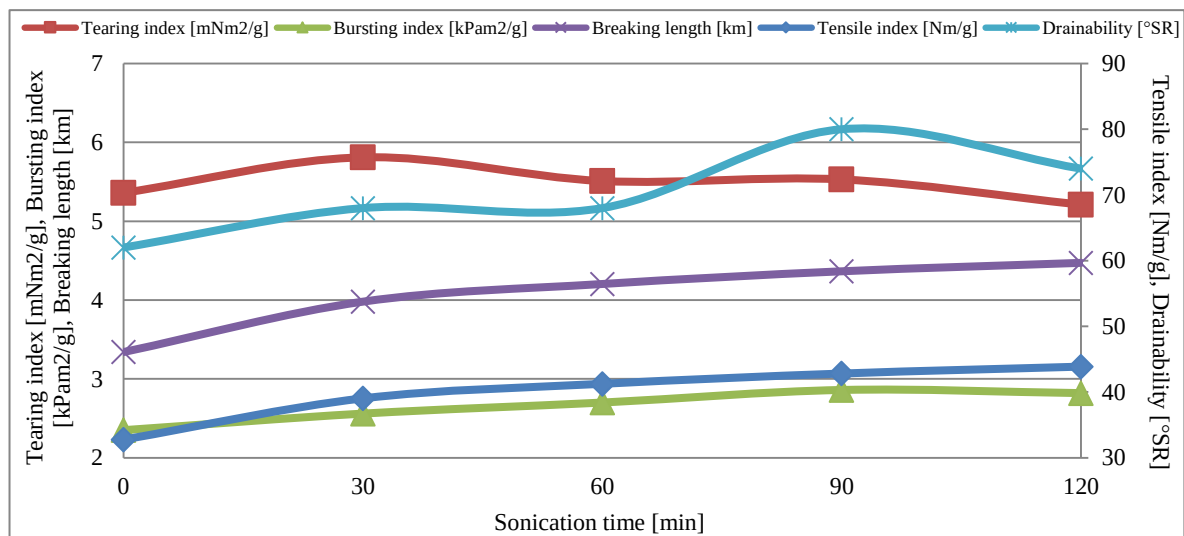


Figure 6: Mechanical properties of fiber suspension and laboratory sheets depending on sonication time

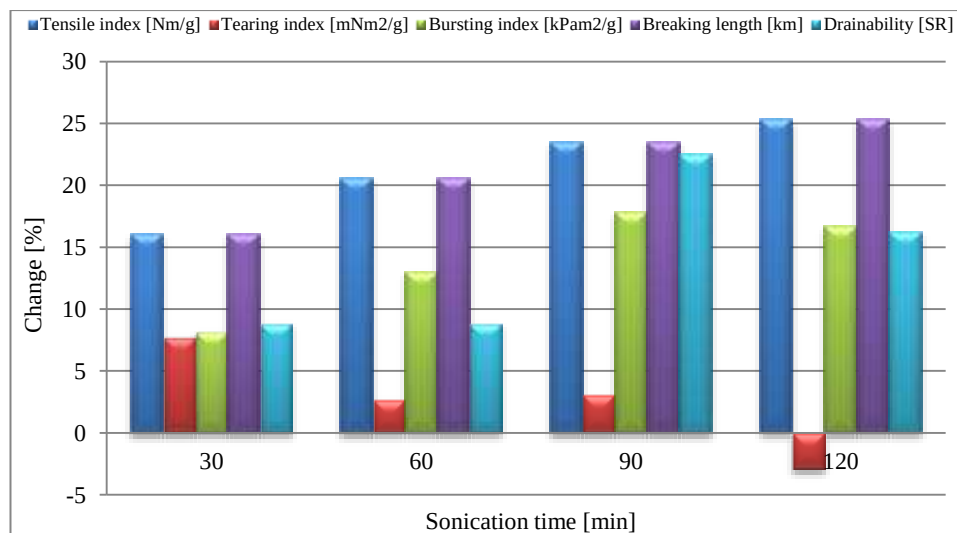


Figure 7: Relative change in mechanical properties of fiber suspension and laboratory sheets depending on sonication time

Figure 8 and 9 show optical and SEM micrographs of recycled fibers after 90 min of ultrasound. From Table 3 it is seen, that drainability, expressed as $^{\circ}\text{SR}$, is slowest at that time, probably due to formation of fine particles, which is probably a consequence of tearing (micro) fibrils from the fibers as a result of ultrasound.



Figure 8: Optical micrographs of recycled fibers after 90 min of ultrasound

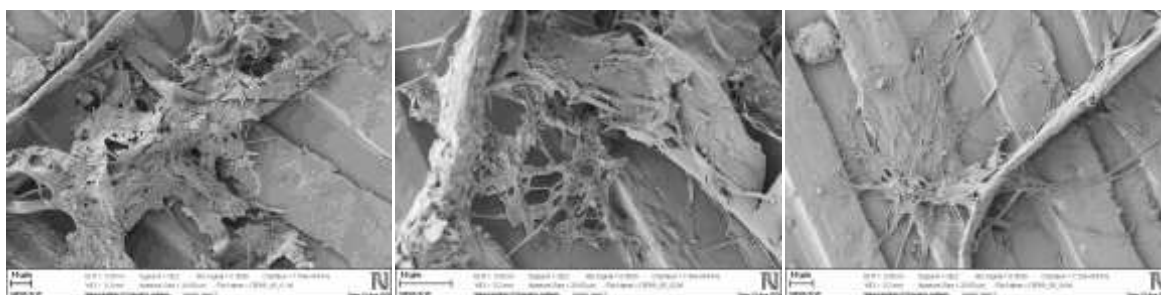


Figure 9: SEM micrographs of recycled fibers after 90 min of ultrasound

One other thing should be noted here, that using ultrasound, temperature of fiber suspension rapidly increases with time (from room temperature to 80 °C after 120 min). Temperature softened fibers and helps in fibrillation process. In our case fibrillation occurs (Figure 8), but it does not have much effect on mechanical properties. The reason can be too damaged fibers because of ultrasound.

4. CONCLUSIONS

Mechanical refining is a three-stage process, where shortening of fibers, kneading and also fiber fibrillation occurs. All of that positively influences on mechanical properties of fiber suspension and laboratory sheets. Refining parameters had to be chosen carefully, since these fibers were already used at least once in papermaking process; they were already subjected to refining. With increasing PFI revolutions, also mechanical properties increase, except for tearing index. It would be interesting to see, at which PFI revolutions mechanical properties would start decreasing.

Using ultrasound, there are quite lot of variables that can influence process. Choosing right parameters can be and still is challenging task. Mechanical properties of laboratory sheets, except for tearing index, are increasing with time but it should be noted here, that 120 min in terms of industrial process is not acceptable. Drainability decreases with time probably due to formation of fine particles that have high specific area and fill the pores between fibers.

PFI refining is high energy and very low intensity process, but is it really compared to ultrasound? It should be noted here, that using ultrasound lot of energy is spent to heat the fiber suspension instead of opening cell walls and setting free (micro) fibrils that help bonding fibers together.

The results are not too optimistic but research will be continued. Maybe ultrasound can really be used as an aid for mechanical refining.

REFERENCES

- [1] PONIATOWSKI, S.E. and WALKINSHAW, J.W. Ultrasonic processing of hardwood fiber. TAPPI Practical Papermaking Conference, May 22–26, 2005
- [2] MANNING, A. and THOMPSON, R. The influence of ultrasound on virgin paper fibres. Progress in Paper Recycling, 2002, 6–12
- [3] VCX 750. <http://www.sonics.biz/liquid-datasheet/VCX500-750.pdf>

- [4] WANG, S. and CHENG, Q. A novel process to isolate fibrils from cellulose fibers by high-intensity ultrasonication, Part 1: Process optimization. Wiley InterScience, 2009
- [5] Neppiras, E.A.: “Acoustic cavitation thresholds and cyclic processes”, Ultrasonics 9 (1980), 201–209
- [6] Lauterborn, W. and Ohl, C.D.: “Cavitation bubble dynamics”, Ultrasonics Sonochemistry 4, (1997), 65–75

Corresponding author:
Tea Toplišek
Pulp and Paper Institute Ljubljana
e-mail: tea.toplisek@icp-lj.si

SECURITY INKS – GENERAL PRESENTATION

SIGURNOSNE BOJE – OPŠTI PREGLED

*Maricica Burlacu, Mihaela Pătărlăgeanu, Mihaela Dumitran, Ionuț Dumitrașcu
SC Ceprohart SA Brăila, Romania*

Abstract

Security inks represent, as the paper support to, a basic raw material within the printing process of valuable documents. Ink fixation on different supports depends both of the support and ink properties and takes into account the printing process type. Improvement of the printing process and the increased number of ink components requires a laboratory scale characterization of the inks before to be used on the printing equipment. Specific analyses are performed according to the standardized methods and are selected considering all the variables involved within the printing process.

The paper aims to realize a study in the field of various security inks grades manufacturing. Security inks comprise various elements - markers - with unique properties and are utilized as a protection for the printed valuable documents.

Keywords: security inks, security elements, security paper

Izvod

Sigurnosne boje predstavljaju, zajedno sa podlogom za štampanje, osnovnu sirovinu u procesu štampanja vrednosnih dokumenata. Vezivanje boje za različite podloge zavisi kako od svojstava boje tako i od svojstava podloge, uz uzimanje u obzir i vrstu postupka štampe. Povećanje broja procesa štampanja kao i vrsta štamparskih boja dovelo je do neophodnosti laboratorijske karakterizacije boja pre nego što se primenena štamparskim mašinama. Izvedene su specifične analize prema standardizovanim metodama koje su izabrane uzimajući u obzir sve promenljive uključene u proces štampanja.

Cilj rada jeste da se ostvari studija u oblasti različitih sigurnosnih boja. Sigurnosne boje sadrže različite elemente - markere - sa jedinstvenim svojstvima, koji su prilagođeni da služe kao zaštita za odštampane vrednosne dokumente.

Ključne reči: sigurnosne boje, sigurnosni elementi, sigurnosni papir.

1. INTRODUCTION

Following the progress of exact sciences, especially physics and chemistry area, the security area of valuable documents has been widened. Thus, application of security process developed in various fields had significant repercussions in terms of preventing counterfeiting and falsification. In this area, highly responsible tasks assigned to the researchers, who have specific qualifications and technical-scientific resources, required to elaborate fundamental scientific conclusions, both on the secure printer nature, as well as in the inks content and chemical composition used in editing the document.

For security reasons, valuable prints are printed only in the state or government printing offices by companies holding a license granted by the government. Depending on the type of printing almost all known printing technologies are used. Certificates, identity cards, passports, checks, stamps and postage stamps are also printed in accordance with the rules of security prints.

Valuable printed must be practically non-counterfeited. This quality is the result not only of how to combine printing technologies but also of print media, ink, special items added as security elements. There are also ongoing researches to enrich the portfolio of security elements.

The security element represents any characteristic of a print media that may be not reproduced or imitated with satisfying results using materials, methods and conventional equipments available on the market. For each type of document requiring protection are chosen security features that are most efficiency and utility in combating counterfeiting or falsification attempts.

Depending on the level of validation, security elements are divided into:

- **Overt** or visible to the naked eye, without using any tool or checking equipment;

- **Covert** or visible only using simple tools (magnifying glass, UV, magnetic ink detector);
- **Forensic** or concealed, those that are known only by the issuers and detected only with special equipment.

By the way of introduction into the valuable documents, security elements may be:

1. Embedded in the print media
2. Applied to the print media
3. Inserted through design and printing

Special inks are part of the security elements that can be applied both in the print media as well as introduced through design and printing. These inks are made from special materials, in conditions of increased security, and may allow both the authentication and the highlight of printed documents and securities documents falsification attempts.

2. MATERIALS AND METHODS

Security inks takes the form of complex and stable mixtures, pigments, markers with special properties, fillers, binders and drying agents, that are applied on print media through printing forms. Setting mixture is ensured by the smoothness of solid particles components and by of surfactants compounds of binder composition. Binders, in the form of very thin layers, surround the solid particles of the pigment, not allowing the agglomeration or precipitation, and ensuring the homogeneous appearance of the ink film.

Security inks are applied on print media are special printing inks that, that have polychromic, special composition and properties, kept in maximum security conditions. The characteristics of special inks are different from the characteristics of commercial inks. For example there are some types of security ink, depending on the security element contained:

- 1) Fluorescent or phosphorescent ink - show different color luminescence under ultraviolet radiation lamp.
- 2) Magnetic ink – with magnetic properties, verifiable by manual magnetic detectors or embedded into the checking equipments.
- 3) IR absorbing ink - IR absorption properties, verifiable with special sensors embedded in the checking equipment.
- 4) Iridescent ink - present the property to reversibly change the color at changing the angle below which it is seen.
- 5) Thermo chromic ink - has the ability to reversibly change color in contact with a non-destructive source of heat, for example in contact with the human body.
- 6) Photo chromic ink - has the ability to reversibly change color when it is held for a few seconds under a UV radiation source (UV).
- 7) Reactive ink - has the ability to irreversibly change color in contact with different types of chemicals ensuring the evidence of any attempt to alter documents, is used only for the tampering attempts evidence and not for the documents authentication.
- 8) Ink component of a pair of metameric properties inks – is part of a pair of inks whose color is identical at the daylight examination, but different at a special artificial light examination or through a filter.

2.1 Inks composition

Following up implementation of some security techniques and by the improvement of print processes, using high productivity machines, the number of inks components has been diversified. The inks composition, synthetically regarded, it consists of:

- Pigments and / or dyes
- Binders (natural or synthetic resins, siccative oils)
- Transport agents (solvents)
- Additives (siccative agents, anti-siccative, wetting agents, biocides, etc.)

2.1.1. Pigments

The pigment or dye is the main component of any type of ink, the one that gives its color.

The dyes - are used for the same purpose as pigments, due to their tinctorial (coloring) properties. They present a wide color range, characterized by intense and bright colors, because the interaction with the light radiation occurs at the level of the molecule. The main drawbacks of the dyes are the low resistance at light (they oxidize) and higher price than pigments.

1. The pigments are solid substances, in the form of a fine powder, chemical, black, white or colored, and they are insoluble in water, oils and usual organic solvents. Depending on the tone of the color, the pigment content from the printing ink ranges from 5% to 30%. The usual size of pigment's particles is 0,1-2 μ m. They have a broad band of absorption and the color produced is not as pure as in the case of dyes which absorb in extremely narrow bands. Pigments can be classified into:

Inorganic pigments - The most used pigments are titanium dioxide (TiO_2), calcium carbonate (CaCO_3), kaolin, zinc oxide (ZnO), colloidal alumina, barium sulfate, silica and carbon black. Carbon Black - is the most common pigment in black inks. Chemically, it is mainly composed by carbon, with small amounts of mineral and volatile compounds of the form C_xO_y (exact composition varies) called tars.

The typical particle size of carbon black is 20-30 nm. The carbon black is obtained by decomposition or incomplete combustion of coal tar, of heavy petroleum fractions, acetylene or methane (Fig.1).

The inks obtained only by carbon black have a brown tint, this being counteracted by the addition of a blue pigment (eg. Milori Blue-ferric ferrocyanide $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$).

Synthetic inorganic pigments - They can be found in the form of: chrome yellow, chrome green, blue iron. They are rarely used in our days due to the high content of heavy metals (chromium, cadmium, lead, etc.).

Natural inorganic pigments - are represented by ochre and sienna terra.

2. Special pigments - are divided into: metallic, pearlescent and fluorescent pigments.

Metallic pigments - are powders of metals or alloys such as aluminum or bronze. They are made of small metal particles that act like tiny mirrors. Their size is slightly larger than ordinary pigments.

Pearlescent pigments - are covered with a fine layer of titanium dioxide, silicates or other materials. The thickness of the coating is much smaller than the wavelength of the visible radiation, producing diffraction and interference phenomena (Figure 2).

Fluorescent pigments - are used for producing fluorescent inks. They absorb UV radiation and then emit it visible. The pronounced pigments are yellow and red. Their effect is visible in ultraviolet light.

3. Organic Pigments

Synthetic organic pigments most used are: naphthol green, Hansa yellow G, Hansa red.

These organic materials have absorption spectra in visible region, caused by the presence of unsaturated groups called chromophore groups. Organic pigments are used in color printing processes because they form transparent films. The vast majority are derived from aromatic hydrocarbons (benzene, naphthalene, anthracene). The color of the pigment is resulting from the composition of the unabsorbed wavelengths (subtractive color composition). Pigments are preferred to avoid defects such as discoloring and loss of contrast.

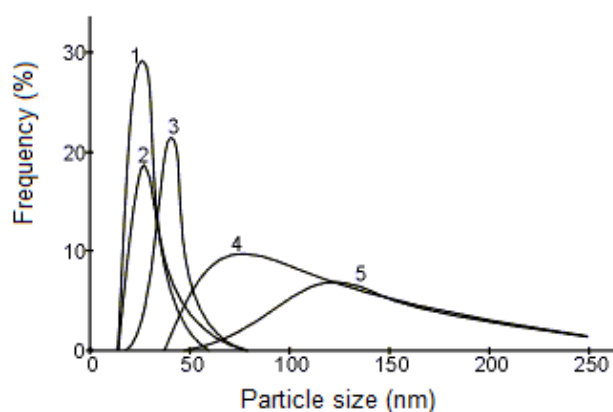


Fig.1. The composition of carbon black depending on how it is obtained

1 – methane, 2- petroleum, 3- acetylene, 4 – black lamp, 5 – blacking

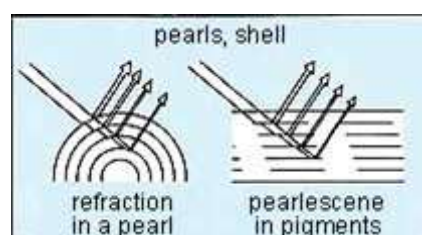


Fig.2. The refraction in pearlescent pigments

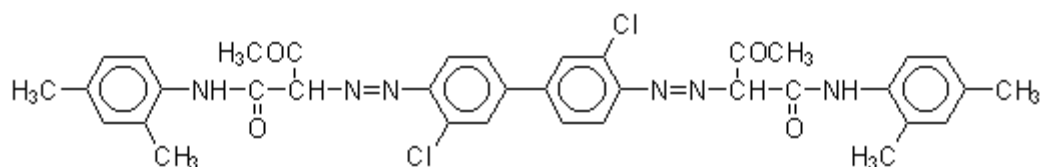
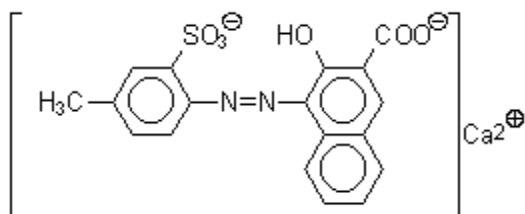
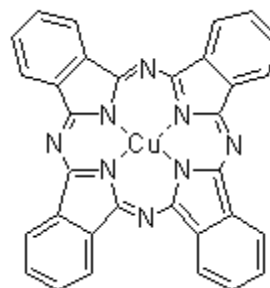
**Yellow** (azopigment)**magenta** (lithol pigment)**cyano** (cupric β -phthalocyanine)

Figure 3 - Examples of chemical structures of the pigments used in the manufacture of color ink

2.1.2. Binders

The binders are those inks components that serve as a vehicle for the pigment. Binders are liquids having different viscosities or solids dissolved in suitable solvents. The binder keeps „connected” the pigment particles and ensures their crossing way by the inking rollers to the printing form and to the print media.

As a general rule, the binder content of the inks is approximately equal to that of the pigment. Higher inks contain high volume binders (double as against pigment).

Printing inks binders are divided into oils and resins.

Oils used as binders in printing inks are siccative oils (film-forming, dry by oxidation - oxidative polymerization) in contrast to the anti-siccative used as a phase transport. An oils mixture of (siccative and anti-siccative) in which is dissolved (dispersed) a resin is called varnish.

Siccative oils varnishes are obtained from boiled linseed oils, tungoil, castor oil, tall oil, soya-bean or sunflower oil containing urethane or phenolic alkydals. These oils are transformed into varnishes by boiling.

Alkydals varnishes are used in lithographic inks. Alkydals are prepared by the reaction of phthalic anhydride with glycerol, finally the polymer obtained is reacted with siccative oil (it can be used soybean oil).

Urethane resins varnishes obtained by the reaction of isocyanate with an alcohol. A three-dimensional polymer is obtained as well as to alkydals.

Phenolic resins varnishes (phenol-formaldehyde resins) are obtained by the reaction of the phenol with formaldehyde.

In general the term of **resins** refers to a variety of natural, semi-synthetic and synthetic materials which are used as binders in the manufacture of inks. From the chemical point of view they are amorphous, solid, or more often viscous polymers which comprise natural, semi-synthetic and synthetic resins.

2.1.3. Solvents / printing ink reducers

The solvents / printing ink reducers are used to dissolve the ink binder or to decrease the viscosity of some doughy substances.

The solvents / printing ink reducers from the printing inks composition are usually mineral or vegetable oils for letterpress inks (offset), aromatic hydrocarbons - toluene, xylene for rotogravure printing inks, or water, alcohols, esters, ketones for flexo printing inks. The solvents do not participate in any chemical reaction.

2.1.4. Modifiers and additives

They are small amounts of substances which are added to inks but with substantial effects on their performance. These substances are used to obtain inks with special properties, such as:

- Brightness (using optical brighteners)
- Drying and fixing inks (using driers);
- Ink adhesion (using adhesion promoters);
- Slipping and hydrophobisation (using waxes);
- Flexibility (using plasticisers);
- Watering (using surfactants);
- Foaming (using surfactants);
- Microbial (using biocides);
- Incense (using deodorants and perfume microcapsules).

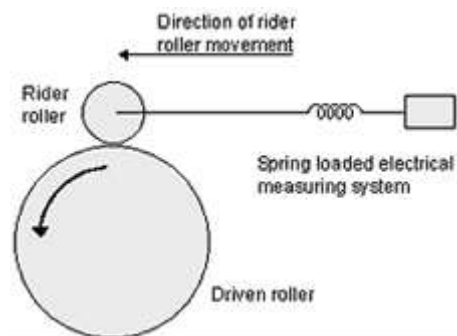


Fig. 4 - Schematic presentation of an ink meter

3. CHARACTERIZATION METHODS

Inks behavior is strongly dependent on temperature. By the time of measuring is important to monitor the temperature. The properties of the offset ink that influence printing ability can be divided into three groups:

- Optical Characteristics
- Compositional characteristics
- Characteristics of resistance

1. Optical Characteristics

Ink's shade – it is a characteristic of the nature and properties of pigment (ex. - Red-yellowish, red-blue);

Ink's color – it is a property that depends on the ink's compounds nature (in particular binders nature), but also on the media's nature.

2. Compositional characteristics

- *Consistency* - is the ink's resistance to the external forces that produce their flowing or deformation. Printing inks have a variable consistency depending on the printing process, the machine's speed and the media's properties. The consistency of the ink is determined by measuring the length of the ink, its cohesion and viscosity.

The length of the ink is more than a traditional measure, is pretty used for describing by quantity the viscosity of an ink.

The cohesion is a measure of the necessary forces for cleaving a film of ink and can be determined by a number of cohesion measured using an ink meter. An ink meter consists of two rollers connected to a transducer which measures the torque of the roller (fig.4).

The cohesion is the torque expressed in gram*meter. For a complete characterization of the cohesion must be specified the rotational speed (revolutions per minute). In the case of offset printing inks for paper in sheets is generally used a rotational speed of 800 rpm, while for the printing of the paper in reels is used a rotational speed of 1200 rpm. If cohesion is too high it can cause tearing paper. Cohesion is also important for full color printing. The ink with the highest cohesion has to be printed first.

- *The adhesion of inks* - is the inks's resistance to a force that tends to detach the ink layer from a surface. The specific of the ink's interaction with the paper is ink penetration into the porous structure of the paper. If a paper has high porosity and low viscosity of the ink, it can be fully absorbed, without separating the compounds. If the paper has small pores (low porosity) occurs selective absorption of the compounds with low viscosity. The selective absorption happens somehow for any type of paper. The adhesion of ink is expressed by *the transfer coefficient* and *the transfer index*, and it is increasing once in a time with the increase of the minimum viscosity of the ink and vice versa. In the case of offset printing, the viscosity should be large, because the viscous ink fills the irregularities during the short contact with the printing form and the image will be fully printed. If the ink has a low viscosity, it will exceed the edges of the printing elements, and the result will have a diffuse contour. If the viscosity is

excessive, the adhesion of the ink increases, which can cause tearing of the fibres or filling materials particles by the ink.

3. Characteristics of resistance

The strength characteristics of the inks depend on the strength characteristics of the used pigments and the amount of existing pigment in ink. Ink's resistance also depends on factors such as:

- The thickness of the ink film;
- Secondary materials added;
- Quality of the printing support.

An ink must be light resistant, water resistant, alkalis resistant and greases resistant. These characteristics of inks are used depending on the purpose of the printout.

Ceprohart has proposed developing an own range of security inks, as a complement to supply security solutions. For doing this, it has started a research, technological transfer and investment program, which consists in qualification and specialization of personnel, development of new security markers, establishing the introducing techniques and technologies of the markers in various types of inks, development of specific tools for verification and authentication, procurement of the mixing equipment and quality control equipment.

REFERENCES

1. Stanciu C., Securities – production, application and protection against forgery and counterfeit, Ed. Ceprohart, 5. (2003);
2. Stanciu C., Paper protection – basic rules of security paper protection philosophy, National Workshop „Securities – surface characteristics and security characteristics”, Brăila, (5 july 2007);
3. Stana V., Printing protection solutions, National workshop „Securities – surface characteristics and security characteristics”, Brăila, (5 july 2007);
4. Avram I., Verification and identification techniques of security elements developed and implemented in the Expertise and Research Laboratory in the CNIN, National Workshop „Securities – surface characteristics and security characteristics”, Brăila, (5 july 2007);
5. Bobu E., Gavrilescu D., Ciolacu F., Factors that influence ink transfer to offset printing, National Workshop „Security – surface characteristics and security characteristics”, Brăila, (5 july 2007);
6. www.imprimeriabnr.ro.
7. Brunelle, R. L. and Reed R., “Forensic Examination of Ink and Paper”, Charles C. Thomas Pub. Ltd., Springfield, Illinois, 1984, pp. 120-125.
8. Ellen, D., “The Scientific Examination of Documents” – Methods and Techniques”, Taylor & Francis Ltd., Forensic Science Series, Salisbury, Wiltshire, 1997, pp. 47-54.
9. www.tipografie-digitala.ro
10. Printing Business Magazine, Newsletter No.3/14.03.2006 < www.afaceri-poligrafice.ro
11. prado.consilium.europa.eu
12. www.zipper-data.ro
13. www.delroti.ro
14. <http://www.sicpa.com>
15. www.print-magazin.ro
16. ROGER DEDAME, *Materials and working methods used in offset printing*, Editions François Robert, Paris 1990.
17. <http://dandr.ro>
18. www.scientia.ro
19. www.bottlingprinting.ro
20. Patent no. 20130335477/ 19.12.2013. *Composition and obtaining process for magnetic ink*. Class: AC09D1100FI. Cesionat Xerox Corporation.

Corresponding author:

Mihaela Patarlageanu

SC CEPROHART SA

Braila, no 3, Al. I. Cuza Blvd, Romania

mihaela.patarlageanu@ceprohart.ro; contact@securitypapers.eu

NEW SECURITY TECHNIQUES OFFERED BY CEPROHART AS A PROVIDER OF INTEGRATED SECURITY SOLUTIONS FOR VALUE DOCUMENTS, PRODUCTS AND TRADEMARKS

NOVE METODE ZA ZAŠTITU DOKUMENATA U PONUDI FIRME CEPROHART; KAO ISPORUČIOCA INTEGRISANIH BEZBEDNOSNIH REŠENJA ZA VREDNOSNE DOKUMENTE, PROIZVODE I ROBNE MARKE

*Constantin Secara, Mihaela Patarlageanu, Maricica Burlacu
SC Cephohart SA, Brăila, Romania*

Abstract

This paper presents an overview of the company along with the vision and values that recommend us, followed by a review of CEPROHART portfolio of security techniques.

Keywords: security techniques, security elements, security paper

Izvod

Ovaj rad daje pregled kompanije zajedno sa vizijom i vrednostima koje nas preporučuju, uz prikaz portfolija sigurnosnih tehnika firme Cephohart.

Ključne reči: sigurnosne tehnike, sigurnosni elementi, sigurnosni papir

ABOUT COMPANY CEPROHART

1. Who we are?

Cephohart SA Braila is the Pulp and Paper Research and Development Institute, a company founded in 1956, with an extensive experience and recognition in the field. Cephohart S.A is also known as the only security papers producer from Balkan area.

2. What we do

We have over 25 years of experience as special papers and cardboards producer. In the last 14 years we have focused our research activity on innovation and developing of unique security papers, and thus transferring on the production a wide range of products with a high degree of originality and complexity.

Our desire is to become an important leader in security solution market. We know we can become an important supplier of intelligent, innovative and complete solution for the security information and protect the value documents. We believe we can do together a safer world.

3. Our resources

We have our own paper machine for special papers and cardboard, commissioned in 1989 and subsequently upgraded. It has a production capacity of 1500 t/year and it can produce a wide range of security papers and cardboards with weights ranging from 60 g/sqm to 250 g/sqm.

Our Research and Development laboratories are fitted out with modern equipment for the preparation of papers, determining the quality characteristics of papers and chemical analyzes. We have a physical and mechanical tests laboratory with RENAR accreditation EN ISO IEC 17025:2005

Human resources within the company hold a high degree of skills and training. The professional development and continuous learning is a concept mastered by every Cephohart's specialist for itself and for the whole team. Over 43% of human resources are involved in the research – development activity and 45% are involved in production activities.

Our vision is to become an important worldwide supplier of complete and innovative solutions for value documents, products and trademarks.

4. Our guiding values are:

- **CREATIVITY**
- **INTEGRITY**
- **INITIATIVE**
- **TEAM SPIRIT**
- **FLEXIBILITY**
- **PROFESSIONALISM**

5. Our partners

Over the time we have developed a number of partnerships with specialized suppliers from the security products field and the research-development services. We are using only the best security elements and we are establishing partnerships in the research and innovation security techniques and elements. All these aim to develop new products to meet customer requirements.

Our main partners are: Petrel-France, Filak-Czech Republic, Woollard & Henry-Scotland, Clariant-Switzerland, MFTI-Rep. Moldova, Tagit-Switzerland, Solenis – Austria, Honnorat Recherches & Services-France, Andrew&Wykeham-UK, Holographic Solution Innovations-UK, Security Papers-UK, ANY – Hungary, Hueck Folien – Germany, WMT - Israel.

Our partners in research-innovation field are: Romanian Academy, Technical University of Bucharest, Iasi, Timisoara, Galati – Romania, ICPE-CA Bucharest, Optoelectronica – Bucharest, Tagit – Switzerland MFTI – Chisinau, and Bucharest National Printing House.

SECURITY TECHNIQUES AND THE OFFER

The request for security papers is permanent and are not many mills which can ensure the production in maximum safety and confidentiality conditions.

Ceprohart is able to offer papers with different security elements used for: identity documents, driving licenses, fiscal authorizations and certificates, checks, bank payment documents, meal tickets, vouchers, events tickets, transport tickets, stamps and banderols for alcohol and cigarettes, share certificates, coupons, birth, marriage and death certificates, graduation and qualification diplomas, tickets for gambling, contracts, notary documents, corporate office paper, etc.

Security elements which we can provide in paper are: watermark, coloured and/or UV fluorescent fibers, holographic foils, chemical protection against acids, base, organic solvents, oxidizing, magnetic microwires, pigments, various types of planchettes and taggants, any combination of above mentioned.

Main technical sheet:

Name	m. u.	Range	Limits
Basis weight	g/sqm	70-250	+/- 4 %
Thickness	mm	0.08-0.23	+/- 5 %
Breaking length, L/T	m	4500/2500-8500/5500	-
Bekk smoothness	sec	25-45	-
Opacity	%	85	minim
Sizing Cobb ₆₀	g/sqm	25	maxim
Ash content	%	10-15	-
Moisture	%	4-6	-
Colour		white without OBA	any colour at request

WATERMARK PAPER

We can produce papers with different watermark types:

- white shade watermark, when the image is lighter than the rest of paper;
- dark shade watermark, when the image is darker than the rest of paper;
- double-shade watermark, when the image contains both dark and white lines;
- portrait watermark when the image is formed from a multitude of lines with different thickness and shades giving a very complex image.
- all over watermark, uniformly distributed on paper
- slit to register watermark, uniformly distributed only in certain areas of paper;
- cut to register watermark, when the model is placed at a certain distance from the edges of the paper.

Ceprohart can produce papers with any kind of watermark, also our models or custom-made, property of client.

FLUORESCENT FIBERS AND PLANCHETTES OR TAGGANTS

Ceprohart collaborates with the most prestigious European and world producers of such security elements, and we can offer now:

- planchettes and fibres visible only in daylight;
- planchettes and fibres visible only in UV light;
- planchettes and fibres visible both in daylight and in UV light;
- planchettes and fibres visible both 3 different wavelength of UV;
- planchettes and fibres visible both in daylight and in IR light;
- planchettes and fibres visible in daylight, UV light and IR light;
- planchettes and fibres thermochromic and/or chemical reactive;
- a wide range of tagants;

Recently we introduced in our offer a wide range of multicoloured fibers and OVD-dots.

CHEMICAL SENSITIZATION

The security paper with chemical sensitization looks no different at first sight against a regular paper. Practically, when somebody tries to erase the writing on a document by a chemical meaning, in that place an irreversible coloured spot appears revealing the counterfeiting attempt.

Depending on chemical sensibility, there are:

- chemical protection against acids- pink or blue spot;
- chemical protection against bases – blue, green or pink spot;
- chemical protection against oxidizing (bleach) – brown spot;
- chemical protection against polar and nonpolar solvents – blue, green and black spot;

The security papers sensitized can be protected against one or all chemical attacks.

All above mentioned security paper grades are traded under the brand You'reSafe

LONG – RANGE DETECTABLE SECURITY PAPER

The newest member of Ceprohart's security papers family is so called "auto – protective paper".

After four years of researches and tests, Ceprohart managed to incorporate ferromagnetic microwires in the paper's structure during the papermaking process. This security feature prevents the stealing of documents by generating an acoustic/optical signal with a dedicated detector which can be portable or gate-type fixed. The ferromagnetic microwires can have various length, thickness and magnetic charges, offering a high degree of customisation. The ferromagnetic microwires can be used alone or in combination with other security features.

This special security paper grade is traded under the brand SelfProtect.

SECURITY INKS

The security inks contain different specialised elements – markers with special unique properties and are used to protect valuable documents.

Here are presented the most used types of security inks, according to the special marker contained in:

Invisible Ink (UV and IR)

The ink is invisible to the eye (covert) under normal lighting conditions. When passed under a UV or IR the ink glows.

Thermochromic Ink

Thermochromic inks are sensitive to temperature changes and will appear or disappear at different temperature ranges.

Solvent Sensitive Ink (reactive)

This ink presents a visible indication that has been attacked by a solvent (usually attempt to remove variably printed information such as a cheque).

Optically variable ink

OVI's contain flakes of metallic film. As the viewing angle is altered the colour moves from one to another. This needs to be printed with a fairly heavy weight to get the best results.

Magnetic Ink

Magnetic inks are mainly used for serialisation and numbering purposes. The ink contains small magnetic flakes and allows a number to be machine read.

Secondary Fluorescing Ink (Photocromic)

This ink works in the same way as fluorescing ink however it will not glow or show under a UV lamp UNLESS alteration has occurred. This is a secondary measure to protect against tampering and alteration.

Coin Reactive

The image printed from this ink is white or transparent. The image is revealed when the edge of a coin is rubbed over the ink. Coin reactive ink cannot be scanned or copied.

Iridescent

Iridescent ink is a translucent pearlescent ink which, when viewed at different angles, creates a subtle change of iridescent appearance.

Metameric Inks

Metameric pairs are two inks that appear similar in color under one set of light conditions but are visibly different under another set.

MARKERS FOR TRADEMARKS PROTECTION

Whether you require direct product marking or counterfeit-proof packaging, legally binding identification of original textiles or artwork, counterfeit-proof documents or a combination of traceability and counterfeit protection - we have the suitable marker for each application: the individual solutions based upon the well-established micro colour-codes particles.

The main characteristics of these markers are:

- colour code as complete security concept
- worldwide patent protection
- customized codes from 8 μm
- 4 to 11 different colour coatings by use of the sandwich method
- standard colours, IR, UV, magnetic, fluorescent, nanoparticles etc.
- unambiguous identification of the code with only 5 particles
- reading and verification with simple microscope
- integration in printing processes like offset, gravure, letterpress, flexography, silk-screen, pad-printing or via coating machines

DEVELOPMENT PROJECTS

According our development strategy for the next period we are in different stages of implementing, the following major projects:

1. Obtaining the ISO 27001:2006 certification Information Security management System, followed by the CWA 15374 Intergraf certification.
2. New raw materials for papermaking
3. New security techniques and new security elements together with the correspondent validation instruments
4. Improving the quality control at paper machine
5. Start-up the Security Thread Insertion System
6. Investment into a new capacity to produce security inks
7. Developing new paper grades such is passports paper and banknote paper
8. Promoting on the market the unique security solutions for trademarks protection.

Corresponding author:

Constantin Secara

SC CEPROHART SA

Braila, no 3, Al. I. Cuza Blvd, Romania

constantin.secara@ceprohart.ro; contact@securitypapers.eu

SURFACE SIZING OF PAPER WITH SILICA/PARAFFIN MIXTURE

PREMAZIVANJE PAPIRA MEŠAVINOM SILICA/PARAFIN

Meryem Ondaral¹, Mustafa Usta², Orçun Çağlar Kurtuluş³, Sedat Ondaral²

¹ Arsin Vocational School of Higher Education, Karadeniz Technical University, Arsin, Trabzon, Turkey

² Department of Pulp and Paper Technology, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey

³ Department of Forest Biology and Wood Protection Technology, Faculty of Forestry, Kastamonu University, Kastamonu, Turkey

Abstract

The efficiency of silica/paraffin mixture (SPM), as a surface sizing agent, on tensile strength and water repellent properties of paper was investigated in this work. SPMs with different silica/paraffin (S/P) ratio and concentrations were applied onto surfaces of fluting and kraft test papers. It was found that SPMs gave a better performance on test papers produced with bleached kraft fibre compared with fluting paper. It was also found that the performances of the mixtures were affected by S/P ratio. Silanols in sodium silicate increase number of hydrogen bonds in paper networks and thus, enhance paper strength properties. However, paraffin preserves the fiber/fiber linkages against water, making paper more hydrophobic. The results showed that the tensile index of papers treated with SPMs with higher solid concentration and higher S/P ratio decreased when the papers were immersed into water over two min. This indicated that additional breaking hydrogen bonds from silanols in fiber network were sensitive and broken easily by the water molecules. On the other hand, the papers treated with SPM with 0.8 S/P ratio i.e. higher paraffin concentration enhance wet tensile index even over two min of immersing time. It was also determined that the water absorption of paper decreased with increase SPM concentration indicating that paper becomes more hydrophobic.

Key Words: Silica/paraffin mixture, surface sizing, tensile index, water absorption

Izvod

U ovom radu ispitivana je efikasnost silikonsko-parafinske smeše (SPS), kao agensa za premazivanje površine, za povećanje zatezne čvrstine i sposobnosti odbijanja vode. Silikonsko-parafinske smeše sa različitim odnosima silikon/parafin su nanosene na površine fluting i kraft papira. Utvrđeno je da silikonsko-parafinske smeše daju bolje rezultate na test papirima napravljenim od izbeljenih kraft vlakana u poređenju sa fluting papirom. Pokazalo se još da na učinak smeše utiče odnosom silikon-parafin. Silanoli u natrijum-silikatu povećavaju broj vodoničnih veza u mreži papirnih vlakana povećavajući jačinu papira. Međutim, parafin štiti veze vlakana od vode, čineći papir hidrofobnijim. Rezultati su pokazali da se indeks zatezanja papira tretiranog sa silikonsko-parafinskom smešom koja ima veću koncentraciju čvrstih tela i veći odnos silikon-parafin smanjio kada je papir umočen u vodu u periodu od 2 minute. Ovo ukazuje da su dodatne prekidne vodonične veze iz silanola u vlaknima osetljive i da ih molekuli vode lako raskidaju. Sa druge strane, papiri tretirani silikonsko-parafinskom smešom koja ima odnos silikon-parafin od 0.8 tj. veću koncentraciju parafina uvećavaju svoj indeks zatezanja čak i za potapanja koja traju više od 2 minuta. Takođe je utvrđeno da apsorpcija vode od strane papira opada sa porastom koncentracije silikonsko-parafinske smeše što ukazuje da papir postaje hidrofobniji.

Ključne reči: silikonsko-parafinska smeša, premazivanje površine, indeks zatezanja, apsorpcija vode

INTRODUCTION

The strength properties of papers, especially used in packaging industry, are very important for their application [1]. From several decades, the use of recycled fibres from used paper grades and short fibres from hardwood trees instead of softwood trees with long fibre has been increased due to the environmental and economical reasons. This cause to decrease in paper strength properties and can be compensated with using long fibre and/or chemical additives [2].

In paper and paperboard productions, different chemicals are used to improve dry and wet strength properties and to control the interaction between liquid and paper. Dry strength properties can be improved with natural and synthetic polymers such as starch, carboxyl methyl cellulose, polyacrylamide

etc., [3-5]. The hydrophobicity of paper is mainly controlled by alkyl ketene dimer, alkyl succinic anhydride, rosin and waxes [6-8]. These chemicals are commonly added into the fibre suspension before formation of paper. The enough reaction must be provided between these chemicals and furnish components (fibres and filler particles) for better performance. The “surface sizing” of paper can be another technique applied for improving paper properties. The higher retention of chemicals and more improved surface characteristics of paper are the most pronounced advances of this technique. In papermaking process, the best example is that the modified starch is applied on to paper surface with surface sizing in “size press” section [9,10].

Silicates can enhance paper strength because it contributes hydrogen bonding between fiber-fiber contact zone due to the silanol groups itself. The hydrogen bonds are very sensitive to water and can be broken when the paper is exposed to water. This deterioration can be compensated when the contact zones between fibres are protected against water molecules. Hydrophobic agents are used for this purpose. On the other hand, the excess use of these chemicals decreases binding strength due to cover the active groups of fibre (hydroxyl and carboxyl groups). Strength properties of paper decrease in consequence. Therefore, the application dosages of these individual chemicals needs to be optimized for better performance regarding both strength and hydrophobicity properties [11].

The mixture of sodium silicate and paraffin can be used for these purposes. However, to our knowledge there is no earlier work in open literature except for an excellent patent, which found promising results with silica/paraffin mixture (SPM) for sizing of box papers [11]. Herein, we investigate SPM efficiency in sizing of fluting used in corrugated board production and test papers produced from bleached softwood kraft pulp. The mixing ratio of silica/paraffin was evaluated by means of dry and wet strength properties as well as water repellence properties of papers after surface sizing treatment with SPM.

EXPERIMENTAL

Materials: The silica-wax mixtures (SPM) were applied to two different papers; fluting paper and test paper produced from bleached softwood kraft pulp in laboratory. Fluting paper and bleached softwood kraft pulp in dry form were kindly supplied by DENTAŞ Paper Mill-Izmir. Sodium silicate was purchased from Merck. Paraffin and emulsifier (neutral fatty acid with higher molecular weight) were supplied from ÇAMSAN MDF Mill-Ordu.

Preparation of Paraffin Emulsion: The fatty acid with higher molecular weight was used as an emulsifier for paraffin emulsion. Dry paraffin supplied (300 g) and emulsifier (30 g) were melted at 80 °C in a hot-water bath. After mixing emulsion at 1000 rpm for 15 min 660 ml of hot water (80 °C) was added. After 15 min, mixture was rapidly cooled in an ice-bath to the room temperature. This paraffin emulsion was stored at room temperature.

Preparation of SPM: The silica content of SPM was calculated regarding SiO₂ amount in sodium silicate. The mixing ratios of silica/paraffin were determined as 0.8 and 1.2. Silica and paraffin solution were mixed at 1000 rpm at room temperature. After mixing for 15 min it was stored at room temperature.

Application of SPM on paper surface: The surface of fluting and test papers were treated with SPMs by means of a simple surface sizing method. Firstly, SPM was applied to two sides of paper with a roller. The excess part of mixture was removed by a smoother slice. After that, paper was dried at 105 °C for 15 min. Treated papers were balanced to calculate basis weight increment and stored until paper tests.

Paper Tests: Bleached softwood kraft pulp was beaten according to TAPPI T 200 sp-01 standard to achieve 40 °SR freeness. After beating, test papers were prepared using Rapid Köhten Paper Machine according to TAPPI T om-205 standard.

Test sheets with approximately 130 g/m² basis weight were dried at 95 °C for 10 min. Tensile strength properties of papers were determined according to TAPPI T 404 om-87 standard with Karl-Frank 800 Pendulum. Wet-strength properties of papers were determined after immersing of paper strips into water for 0.5, 2 and 5 min. After wetting water on the paper strips were removed by towel papers.

The water absorption of test papers over 60 seconds was determined with COBB test according to TAPPI T 441-om 98 standard. The COBB value was expressed as g/100 m².

The images of surface and edge of treated paper were taken with Scanning Electron Microscopy. Paper was cut through “z direction” to observe applied SPM film. The surfaces of the paper samples were coated with a thin conducting layer of gold and imaged in the high vacuum mode.

RESULTS AND DISCUSSION

SPM application to paper surface

SPMs were prepared with different concentrations from 11% to 30%. The mixing ratios (S/V) were adjusted to 1.2 and 0.8 during SPM preparation. As can be seen in Table 1, the silica concentration was higher than silica in the mixtures with 1.2 S/V ratio (SPM 1-3) whereas silica concentration was lower in the mixtures with 0.8 ratio (SPM 4-6). It is clear from this table that SPM viscosity increase with increasing paraffin portion in mixture due to the higher viscosity of paraffin than sodium silicate. The basis weight of treated paper increased with a range of 18-36 g/m² depending on the SPM type.

Table 1. The properties of SP mixtures and basis weight increment of fluting and test papers.

Mixture Code	Total Concentration (%)	Silica (%)	Paraffin (%)	S/V	Viscosity (cP)	Basis weight increment of test paper (g/m ²)	Basis weight increment of fluting paper (g/m ²)
SVK-1	11.3	6.2	5.1	1.2	11	18	26
SVK-2	24.0	13.1	10.9	1.2	25	34	33
SVK-3	29.5	16.1	13.4	1.2	33	33	30
SVK-4	11.1	4.9	6.2	0.8	61	19	21
SVK-5	18.0	8.0	10.0	0.8	70	20	30
SVK-6	30.0	13.5	16.5	0.8	122	24	36
Paraffin	33.3	-	33.3	-	-	10	11

SPMs were applied to paper surface with simple coating apparatus, successively. The SEM photos of paper surfaces before and after surface treatment are given in Figure 1. These photos showed that the SPM layer on the paper surface was quite homogenous. The surface of fluting paper has been modified with starch in the paper mill while test papers produced in a laboratory sheet maker were not treated any material before SPM treatment.

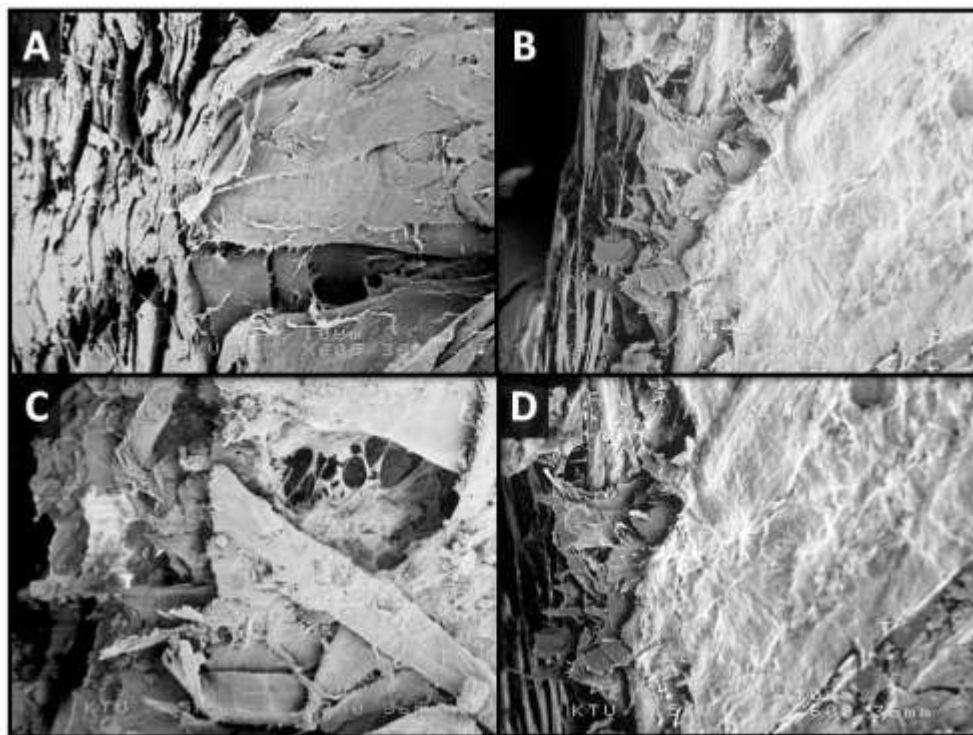


Figure 6. SEM photos of kraft and fluting papers before and after SPM treatment (A: test paper without SPM, B: test paper with SPM, C: fluting paper without SPM and, D: fluting paper with SPM).

The Effect of PS on Paper Strength

Both dry and wet tensile strength properties of papers were studied to evaluate the efficiency of SPMs as a surface sizing agent. Addition to dry condition, paper strips were immersed to water for 0.5, 2, and 5 min before tensile testing. The tensile index of test papers, which were produced from bleached softwood kraft pulp, treated with different SPMs was shown in Fig 2 and 3. The sizing method didn't provide similar basis weight increment as given in Table1. However, the force applied for breaking paper strip was normalized by basis weight during calculation of tensile strength index. This minimizes the error from the variety between basis weight increments after SPM application. To compare the general trend in tensile index linear regression curve was also applied to data in the graphs. It is obvious that the tensile index of test papers in both dry and wet form increased with increasing SPM concentration as seen in Fig 2 and 3. Silica content in mixtures examined in Fig 2 was higher than paraffin content. However, that is opposite in Figure 3. In these figures it is obvious that papers treated by SPM with higher silica concentration have better tensile strength properties. This can be attributed to additional "hydrogen bonds" due to the silanol groups of silicate molecules [12]. Once paper is immersed to water it can start to uptake water depending on its hydrophilic properties. Thus, the hydrogen bonds between fiber-fiber contact points are broken because of formation new hydrogen bonds between water molecules and fibers. Silanol groups of silicate are also very sensitive to water and thus, in water, their hydrogen bonds with fibers are replaced with water molecules. This phenomenon resulted in decrease of tensile index of paper depending on immersing time. Additionally, tensile index of papers immersed to water for 2 and 5 min decreased even at higher SPM concentration with 1.2 S/P. That is due to the side effects of silanol groups with high affinity to water molecules as mentioned above. This effect wasn't observed for SPMs with 0.8 S/P ratio because of their higher paraffin content. In this case, paraffin is able to protect paper against to water closing the fiber-fiber contact points, which is responsible for strength enhancement of fiber network [13].

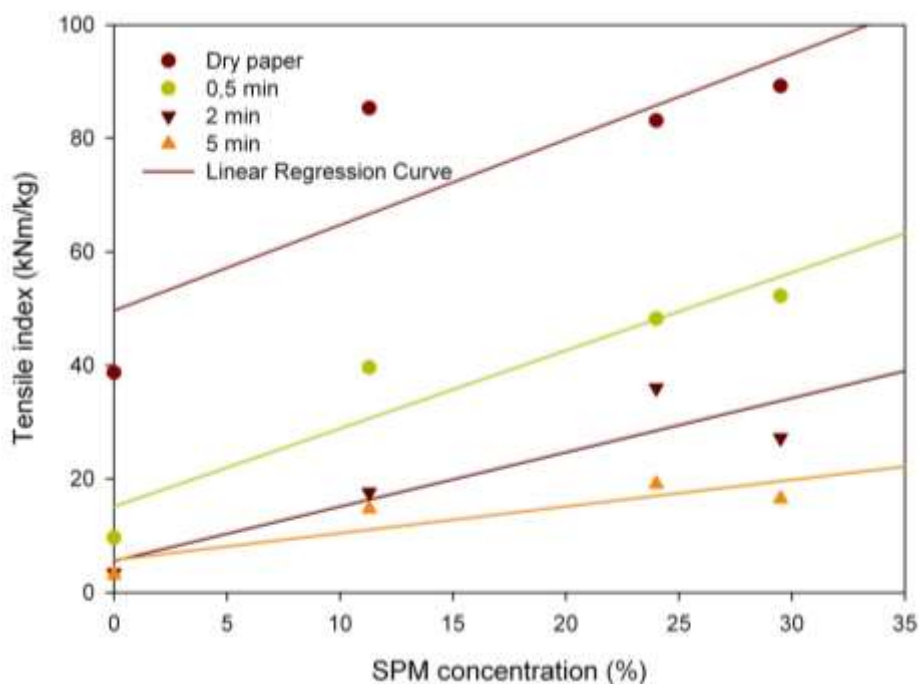


Figure 2. Tensile strength of kraft test paper as a function of SPM concentration and immersion time (S/P: 1.2).

It is clear in Fig 4 and 5 that SPMs slightly improved tensile strength of fluting paper comparing with test papers. This indicates that the impregnation level of the mixture through paper as well as penetrated amount is important phenomena for enhancing paper strength. Results showed that less SPM penetration caused less efficiency for both dry and wet strength of papers. The tensile index of paper immersed into water for 0.5, 2 and 5 min decreased significantly at all SPM concentrations. Although SPM layer existed on the paper surface as shown in Figure 1D and Table 1, why the tensile index of paper didn't change can be explained with different ways. The individual properties of fibers in fluting

paper and kraft test paper are different. Fluting paper is generally produced with NSSC (Neutral Sulfite Semi Chemical) pulp or %100 recycled paper which are weaker than virgin kraft fiber used for test paper production. Additionally, fiber of fluting paper is not fibrillated as much as kraft fiber as can be seen in Figure 1 A and 1C because of the different refining degree in the stock preparation process. Surface fibrillation of fiber increase the specific surface area causing more hydrogen bonds between fibre-fibre or/and fibre-other chemicals and thus, paper strength increases significantly. The higher specific surface area can also provide additional hydrogen bonds and thus, higher interaction between silicates and fibres.

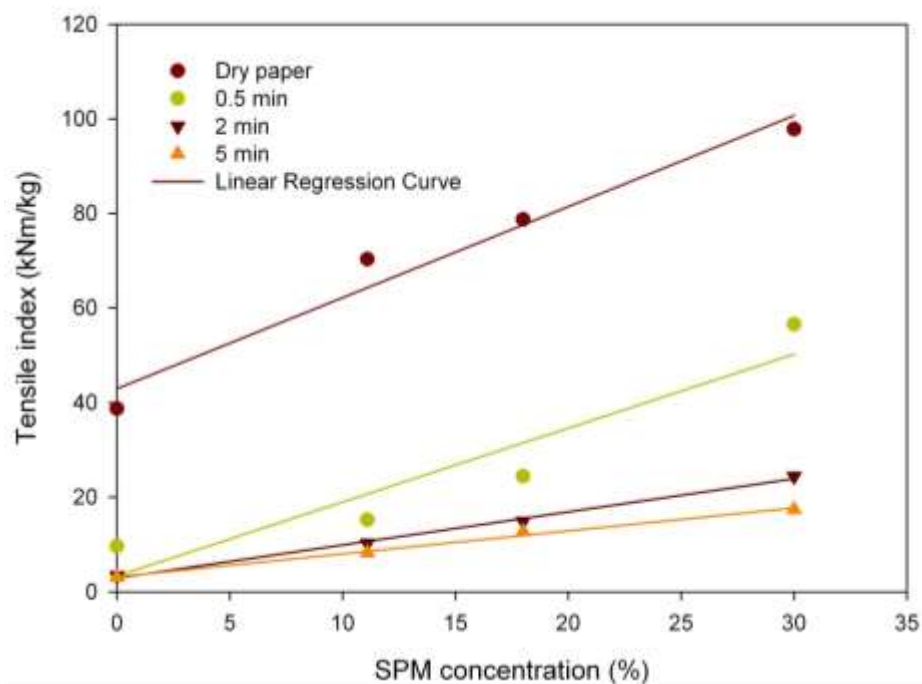


Figure 3. Tensile strength of kraft test paper as a function of SPM concentration and immersion time (S/P: 0.8).

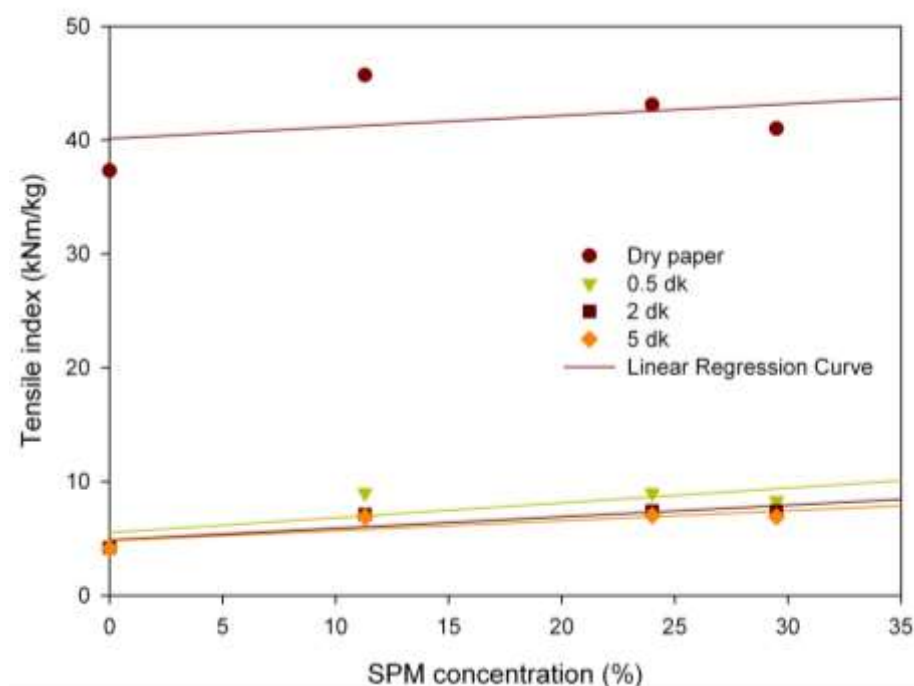


Figure 4. Tensile strength of fluting paper as a function of SPM concentration and immersion time (S/P: 1.2).

Other possible explanation for lower tensile strength of fluting paper can be “limited impregnation” of SPM through paper because the surface of paper has been already filled with modified starch (Figure 1A). However, the basis weight increments of fluting paper are higher than those of kraft test paper, as seen in Table 1. It means that more SPM was placed on the paper surface compared with inside of paper. The most probably reasons for this can be different surface roughness and porous on fluting and kraft fibers.

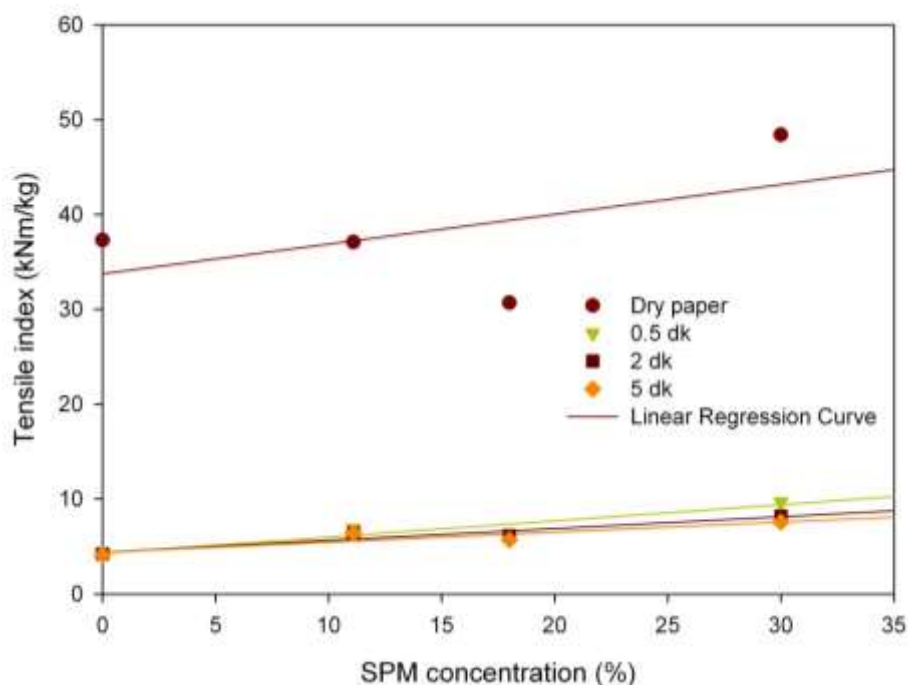


Figure 5. Tensile strength of fluting paper as a function of SPM concentration and immersion time (S/P: 0.8).

Water Absorption of Papers

The **hydrophobicity** of papers was studied by means of COBB test, which determine up-taken water on 100 m² of paper surface. Figure 6 shows the COBB values of both fluting and kraft test papers modified with different SPMs. The water adsorption decreased with increasing SPM concentration i.e., with increasing basis weight increment. The SPMs with 1.2 S/W ratio have more significant effect on COBB value. This is a noteworthy finding because these SPMs are more hydrophilic because their silica concentration were higher. On the other hand, SPMs with higher paraffin content didn't give the same decrease in water absorption in spite of its hydrophobic properties. This un-expected phoneme can be attributed to lower viscosity of SPMs with 1.2 S/P ratio as seen in Table 1. Lower viscosity of mixture provides more uniform and deeper penetration. Thus paper can be more protected from the water molecules. Moreover, unpublished experiments showed that SPMs consisted of hydrophilic and hydrophilic phases when the temperature of mixture increased above 55°C. When the papers were dried in an oven at 105 °C, the same phase separation possibly occurred. The silica and paraffin can move independently though the paper. Silica molecules could diffuse faster and deeper in paper compared with paraffin because the silicates have higher diffusion rate due to the smaller molecules. As a result, the reinforcement with silica inside paper and the surface hydrophobicity with paraffin on paper were achieved. However, future detailed experiments about the diffusion of SPMs though the paper should be done to explain the sizing mechanism of SPMs.

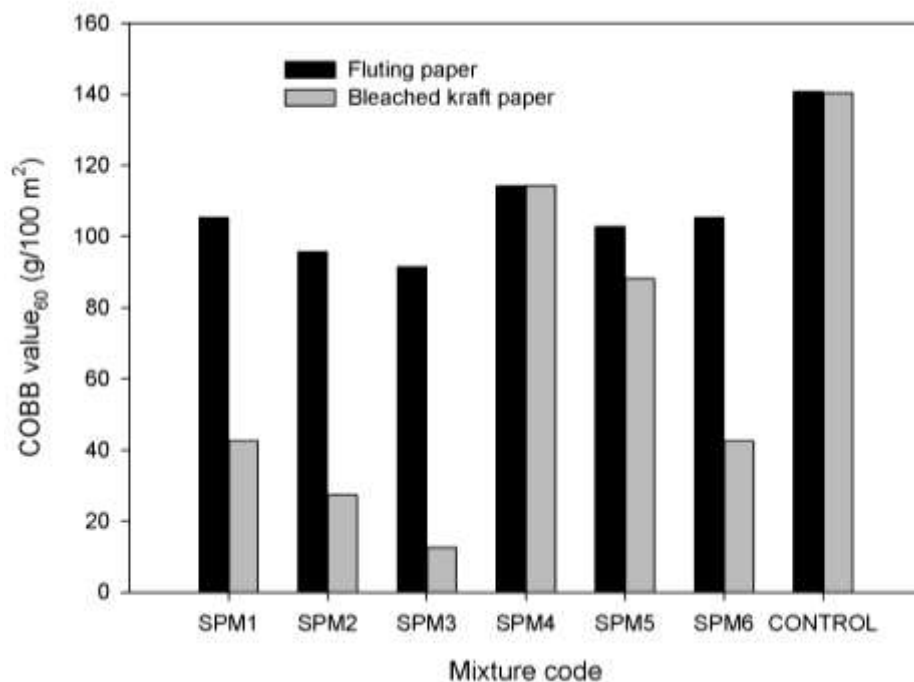


Figure 6. COBB value of untreated and treated paper with different SPM

CONCLUSION

The efficiency of silica/paraffin mixture (SPM) on tensile strength and hydrophobicity properties of paper was investigated. SPMs with different silica and paraffin content were found being efficient for surface modification of both fluting and kraft test papers. SPMs give a better performance on test papers produced with bleached kraft fibre compared with fluting paper. That was linked to fiber properties and paper structure. More surface fibrillation of kraft fibre and thus, more specific surface area increased the silanol efficiency of silicates due more hydrogen bond formation. It was also found that S/P ratio affected SPM efficiency. The increase of SPM concentration with higher S/P ratio decreased the tensile index after immersing into water for long period. That was attributed to breaking hydrogen bonds in fiber network. On the other hand, higher paraffin concentration of SPM with 0.8 S/P ratio prevented the hydrogen bonds against water molecules. It was also determined that the COBB values i.e. water absorption of paper, decreased with increase SPM concentration indicating that paper became more hydrophobic. In addition, the results showed that SPM with higher silica concentrations provided less water adsorption, unexpectedly. Phase behaviour and viscosity of SPMs were thought as important parameters behind this finding and thought as important for future investigations.

REFERENCES

1. M. Hubbe, Bonding Between Cellulosic Fibers, *BioResources*, 1 (2006) 281-318.
2. D., Eklund, T., Lindström, T. Paper Chemistry, TAPPI Press, Grankula, 1991.
3. H., Ketola, T., Andersson, Dry strength additives, in: J., Gullichsen, H., Paulapuro, L., Leimo (Eds.), Paper Chemistry, Tappi Press and Fapet Oy, Helsinki, Finland, 1999, pp. 269-287.
4. P., Myllytie, J., Yin, S., Holappa, J., Laine, The effect of different polysaccharides on the development of paper strength during drying, *Nord. Pulp Pap. Res. J.* 24 (2009) 469-477.
5. E., Duker, M., Ankerfors, T., Lindström, G., Nordmark, The use of CMC as a dry strength agent - the interplay between CMC attachment and drying, *Nord. Pulp Pap. Res. J.* 23 (2008) 65-71.
6. J.C., Roberts, The Chemistry of Paper, The Royal Society of Chemistry, Department of Paper Science, Umist, Manchester, United Kingdom, 1996.
7. F., Wang, Z., Wu, H., Tanaka, Preparation and sizing mechanisms of neutral rosin size. II. Functions of rosin derivatives on sizing efficiency, *J. Wood Sci.* 45 (1999) 475-480.

8. K.T., Hodson, A review of paper sizing using alkyl ketene dimer versus alkenyl succinic anhydride, *Appita J.* 4 (1994) 402-406.
9. A., Jonhed, C., Andersson, L., Järnström, Effects of film forming and hydrophobic properties of starches on surface sized packaging paper, *Packag. Technol. Sci.* 21 (2008) 123-135.
10. C.P., Klass, Surface Sizing, in: M.J. Kocurek (Ed.), *Paper Machine Operations*, Tappi, Atlanta, 1991, pp. 693
11. K.M., Seymour, G.D., Seymour, Liquid Composition for improving strength and water repellency of cast cellulose fiber products, Patent No: 5 358 554, 1994
12. S., Paria, K.C. Khilar, A review on experimental studies of surfactant adsorption at the hydrophilic solid–water interface *Adv. Colloid Interface Sci.* 110 (2004) 75-95.
13. A.K., Vainio, H., Paulapuro, Bonding, activation in paper, *BioResources* 2 (2007) 442-458

Corresponding Author:

Meryem Ondaral

Arsin Vocational School of Higher Education

Karadeniz Technical University

61090 Arsin, Trabzon, Turkey

PRIMENA ENERGETSKOG PREGLEDA U CILJU SMANJENJA SPECIFIČNE POTROŠNJE PRIMARNE ENERGIJE U FABRICI AMBALAŽNOG PAPIRA

APPLICATION OF ENERGY AUDIT FOR REDUCTION OF SPECIFIC PRIMARY ENERGY CONSUMPTION IN THE PACKAGING PAPER FACTORY

*Nikola Tanasić¹, Goran Jankeš¹, Mirjana Stamenić¹, Aleksandar Nikolić²,
Marta Trninić¹, Tomislav Simonović¹*

¹ *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, Srbija*

² *Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Srbija*

Izvod

Energetski pregled je prvi korak ka racionalnijem korišćenju primarnih izvora energije u energetski intenzivnom procesu kakav je proizvodnja ambalažnog papira. Donošenjem Zakona o efikasnom korišćenju energije u 2013. godini, energetski pregled je postao obavezan za sva industrijska preduzeća u Srbiji. U radu su prikazani metodologija i rezultati jednodnevnog energetskog pregleda koji je sproveden u Fabrici hartije Beograd (FHB). Na osnovu rezultata predložene su mere za povećanje energetske efikasnosti proizvodnog procesa sa kvantifikacijom ušteda u potrošnji primarnih energenata.

Ključne reči: *energetski pregled, energetska efikasnost, fabrika ambalažnog papira*

Abstract

Energy audit is a primary step towards a more rational use of primary energy sources in the energy-intensive process such as the production of packaging paper. By the adoption of the Law on efficient use of energy in 2013, energy audits have become mandatory for all industrial companies in Serbia. This paper presents the methodology and results of the one-day energy audit which was conducted in the Packaging paper factory in Belgrade (FHB). The measures to increase energy efficiency of the production process, together with the quantification of the savings in the primary energy consumption, are proposed based on the results of the study.

Key words: *energy audit, energy efficiency, packaging paper factory*

1. UVOD

Konstantan rast cena energenata i obaveza smanjenja emisija CO₂ prema Ugovoru o osnivanju Energetske zajednice, nameću potrebu industriji papira u Evropi za optimizacijom proizvodnog procesa i smanjenjem utroška primarne energije. Osnovni ciljevi industrijske proizvodnje su visoka produktivnost, vrhunski kvalitet i ekonomičnost proizvodnog procesa. U postizanju ovih ciljeva energetska efikasnost igra važnu ulogu [1].

U Republici Srbiji je usvojen Zakon o efikasnom korišćenju energije u martu 2013. godine [2]. Planirano je da se primenom zakona ostvare sledeći ciljevi [2]:

1. Povećanje sigurnosti snabdevanja energijom i njeno efikasnije korišćenje;
2. Povećanje konkurentnosti privrede;
3. Smanjenje negativnih uticaja energetskog sektora na životnu sredinu;
4. Podsticanje odgovornog ponašanja prema energiji, na osnovu sprovođenja politike efikasnog korišćenja energije i mera energetske efikasnosti u sektorima proizvodnje, prenosa, distribucije i potrošnje energije.

Između ostalog, Zakon propisuje obavezu sprovođenja energetskih pregleda najmanje jednom u pet godina za sve obveznike sistema energetskog menadžmenta, u koje će se izvesno svrstati sve fabrike papira u Srbiji. Zakonom je predviđeno da energetski pregled vrše ovlašćeni (licencirani) energetski savetnici koji su u obavezi da podnose pisani izveštaj o izvršenom pregledu Ministarstvu energetike.

Plan i program sprovođenja obuke za energetske savetnike i menadžere je definisan pravilnikom koji je usvojen početkom 2015. godine [3].

U ovom radu su prikazani metodologija i rezultati jednodnevnog energetskog pregleda koji je sproveden u Fabrici hartije Beograd (FHB). Primenjena metodologija je u skladu sa evropskim standardima [4, 5] i drugim relevantnim dokumentima [6] u ovoj oblasti. Na osnovu rezultata pregleda predložene su mere za povećanje energetske efikasnosti proizvodnog procesa sa kvantifikacijom ušteda u potrošnji primarnih energenata.

2. METODOLOGIJA ENERGETSKOG PREGLEDA

Energetski pregled (EP) je prvi korak ka racionalnijem korišćenju primarnih izvora energije u energetski intenzivnom procesu kakav je proizvodnja ambalažnog papira. EP je definisan kao sistematska procedura za pribavljanje potrebnih podataka i saznanja o postojećem nivou i načinu proizvodnje, prenosa, distribucije i upotrebe energije u proizvodnom procesu, pomoću kojih se utvrđuju i kvantifikuju mogućnosti za ekonomski isplativo, efikasno korišćenje energije [2].

EP se generalno sastoji od četiri koraka: 1. Utvrđivanja kako i gde se energija koristi ili transformiše iz jednog oblika u drugi (ocena postojećeg stanja i bilansiranje tokova energije); 2. Definisanja mogućnosti smanjenja utroška energije u proizvodnom procesu (predlog korektivnih mera); 3. Ocene ekonomske i tehničke opravdanosti implementacije mera za povećanje energetske efikasnosti (evaluacija predloženih mera) i 4. Definisanja liste prioriternih aktivnosti koje doprinose kontinualnom smanjenju potrošnje energije u industrijskom postrojenju.

Hronološki posmatrano EP se sprovodi u tri faze: 1. Pripremne aktivnosti za EP; 2. Obilazak postrojenja i kratkotrajna merenja i 3. Analiza prikupljenih podataka i izveštavanje.

U okviru pripremnih aktivnosti preliminarno se analiziraju podaci koji su prikupljeni na osnovu upitnika koji popunjavaju odgovorni ljudi u kompaniji u kojoj se sprovodi EP. Upitnik sadrži osnovne podatke o kompaniji, podatke o tehnološkim celinama i najznačajnijim potrošačima energije, podatke o tehničkim sistemima, tehnološke šeme, podatke o obimu proizvodnje u utrošku primarnih energenata na godišnjem i mesečnom nivou, troškove za energiju, tarife itd.

U toku obilaska postrojenja potrebno je definisati očigledne izvore energetske gubitaka, kao što su oštećena izolacija ili mesta bez izolacije, curenja vode, pare i kondenzata, zatim stanje mašinske i elektro opreme, armature i mernih instrumenata uz navođenje koji uređaji nisu u operativnom stanju. Iskustvo i obučenosť energetskog savetnika je od vitalnog značaja u ovoj fazi sprovođenja EP. Obilazak proizvodnih pogona najčešće uključuje jednostavna i kratkotrajna merenja na procesnoj opremi, kotlovskom postrojenju, kompresorskoj stanici itd.

Izveštaj o sprovedenom EP sadrži naročito energetski bilans postrojenja i procenu postojećeg nivoa energetske efikasnosti proizvodnog procesa. U tom smislu sastavni deo izveštaja je uporedna statistika, tj. poređenje specifičnog utroška energije po jedinici mase proizvoda (SPE) sa sličnim kompanijama. Uporedna statistika pruža početnu indikaciju o potencijalima za smanjenje utroška energije i može da utiče na svest rukovodstva o važnosti sprovođenja energetskog pregleda. Poređenje se može izvršiti i sa referentnim vrednostima koje su dostupne u stručnoj literaturi [1]. U tabeli 1. je prikazana referentna specifična potrošnja toplotne i električne energije kod proizvodnje ambalažnog papira od recikliranih vlakana, pri čemu se donje granične vrednosti odnose na energetski efikasne fabrike koje imaju implementiranu BAT tehnologiju.

Tabela 1. Referentne vrednosti za specifičnu potrošnju energije za proizvodnju ambalažnog papira od recikliranih vlakana [1]

Toplotna energija	1100 do 1800 kWh/t (3,96 do 6,48 GJ/t)
Električna energija	300 do 700 kWh/t

Izveštaj o sprovedenom EP takođe sadrži predlog mera za povećanje energetske efikasnosti i procenu ostvarivih ušteda energije i smanjenja emisije CO₂ za svaku predloženu meru uključujući i ekonomsko-finansijsku analizu tih mera.

Energetski pregled u papirnoj industriji, pored analize tehničkih sistema poput parne kotlarnice, kompresorske stanice, elektro-energetike, sistema osvetljenja i KGH sistema, po pravilu obuhvata prikupljanje i merenje procesnih parametara na sušnoj sekciji papir mašine koja je najveći potrošač

toplotne energije u jednoj tipičnoj fabrici papira. Na osnovu detaljne analize podsistema sušne sekcije kao što su parno-kondenzni sistem, sistem za ventilaciju sušne haube i sistem za rekuperaciju toplote mogu se definisati izvori otpadne toplote na sušnoj sekciji i predložiti mere za poboljšanja u cilju racionalizacije potrošnje energije.

Iskustva iz prakse su pokazala da sistematične analize energetske efikasnosti poput EP mogu u značajnoj meri da doprinesu smanjenju SPE u papirnoj industriji. Rezultati EP u jednoj fabrici papira u Kini su prikazani u radu autora Kong [7]. Na osnovu rezultata predloženo je nekoliko potencijalnih mera za poboljšanje energetske efikasnosti sušne sekcije papir mašine od kojih su najefektivnije implementacija sistema za rekuperaciju toplote i ugradnja automatske kontrole vlažnosti vazduha u haubi sušne sekcije. Procenjeni prosti periodi otplate investicije su manji od godinu dana. Ukupni potencijali za uštedu u potrošnji primarne energije i smanjenje emisija CO₂ iznose 14,4% i 14,7%, respektivno. U radu [8] su prikazani rezultati studije kojom su na sistematičan način, uključujući merenja procesnih parametara, bilansiranje tokova energije i sprovođenje EP, dobijeni korisni i pouzdani podaci za uporednu statističku analizu efikasnosti sušne sekcije papir mašine. Na osnovu rezultata su dati predlozi za unapređenja od kojih su najefektivniji fino podešavanje bilansa vazduha u sušnoj haubi, zamena dotrajale opreme u sistemima za distribuciju svežeg vazduha za ventilaciju sušne haube i zaptivanje svih vrata i otvora na sušnoj haubi.

3. REZULTATI JEDNODNEVNOG ENERGETSKOG PREGLEDA U FABRICI HARTIJE BEOGRAD

Fabrika hartije Beograd (FHB) je najstarija fabrika papira u Srbiji. Proizvodni program čine ambalažni papiri (fluting, šrenc i testliner) koji se proizvode od sekundarnih vlakana dobijenih recikliranjem stare hartije. Jednodnevni energetski pregled čiji rezultati su sumirani u ovom radu je sproveden u februaru 2013. godine.

3.1. Indikatori energetske efikasnosti

Na osnovu upitnika koji je popunjen od strane stručnog osoblja u fabrici, prikupljeni su podaci o obimu proizvodnje i nivou utroška primarnih energenata u procesu proizvodnje. Dva osnovna primarna energenta u fabrici su prirodni gas i električna energija. Prirodni gas se koristi za proizvodnju suvozasicene pare pritiska 16 bar koja je osnovni sekundarni izvor energije u procesu proizvodnje papira. Struktura potrošnje energenata i obim proizvodnje za 2011. i 2012. godinu su prikazani u tabeli 2.

Tabela 2. Potrošnja energenata i obim proizvodnje u fabrici u 2011. i 2012. godini

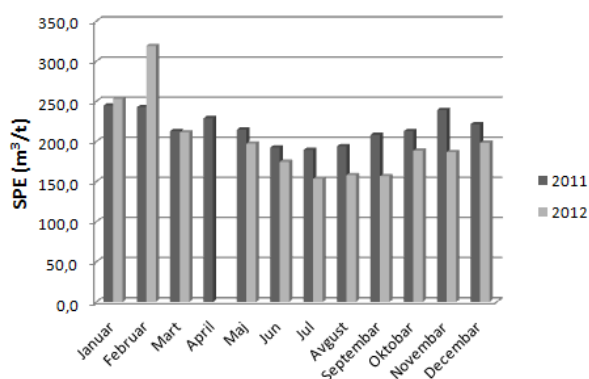
Godina	Prirodni gas	Električna energija	Obim proizvodnje
	m ³ (na standardnim uslovima)	MWh	t
2011.	10.117.150	36.384	47.127
2012.*	8.507.922	30.586	43.645

**Napomena: Papir mašina nije radila u aprilu 2012. godine zbog generalnog remonta*

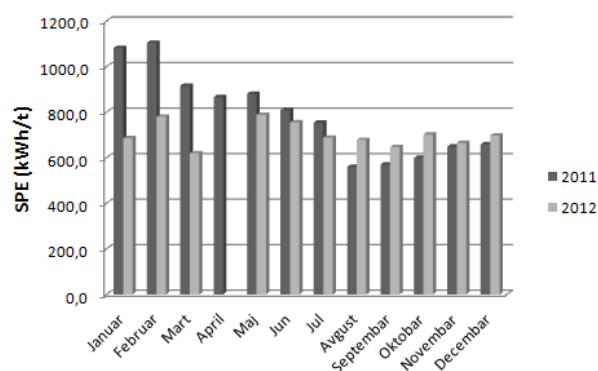
Na slikama 1. i 2. su prikazani specifični utrošak prirodnog gasa i električne energije po toni proizvedenog papira na mesečnom nivou.

Prosečni specifični utrošak prirodnog gasa u 2011. godini je iznosio 214,7 m³/t dok je u 2012. zabeležen pad specifične potrošnje na 194,9 m³/t što je pozitivan trend. Ukoliko se računa sa donjom toplotnom moći prirodnog gasa od 33,3 MJ/m³, prosečna specifična potrošnja toplotne energije u 2012. je iznosila 6,49 GJ/t. Prosečna specifična potrošnja el. energije u 2012. je iznosila 701 kWh/t što je značajno manje u poređenju sa 2011. godinom kada je iznosila 772 kWh/t. Poređenjem sa referentnim vrednostima SPE datim u tabeli 1., može se zaključiti da postoje značajni potencijali za uštede.

Potrošnja energije po mesecima je relativno ujednačena sa nešto nižim vrednostima u letnjim periodu što je očekivano, međutim u pojedinim mesecima su primetna značajna odstupanja od proseka. Na primer povećana specifična potrošnja prirodnog gasa u februaru 2012. ili specifična potrošnja el. energije u januaru i februaru 2011.



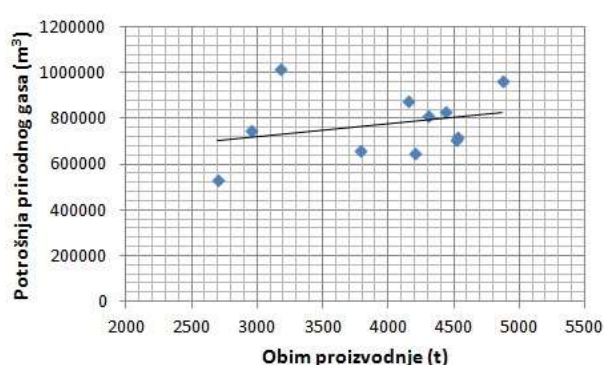
Slika 1. Specifična potrošnja prirodnog gasa



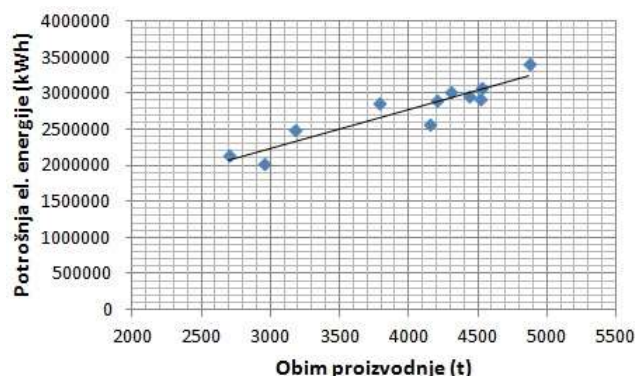
Slika 2. Specifična potrošnja električne energije

Na slikama 3. i 4. prikazana je korelacija između utroška prirodnog gasa, odnosno električne energije i obima proizvodnje u 2012. godini. Može se zaključiti da sistem nije dovoljno uređen, što se naročito odnosi na potrošnju prirodnog gasa, s obzirom da se za približno isti obim proizvodnje u nekim mesecima utroši za 30 do 50% više energije.

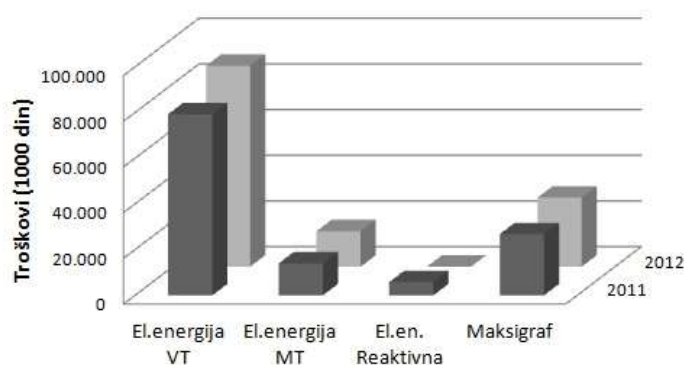
Na slici 5. prikazana je struktura troškova za električnu energiju. Troškovi za reaktivnu energiju su učestvovali sa 7 do 8,5% u ukupnim troškovima sve do avgusta 2011. kada je ugrađen sistem za kompenzaciju reaktivne energije na trafoima. Troškovi za vršno opterećenje (maksigraf) u proseku učestvuju sa 21 do 23% u ukupnim troškovima za električnu energiju. Može se zaključiti da u ovom segmentu potencijalno postoje mogućnosti za značajnija unapređenja u cilju smanjenja troškova.



Slika 3. Odnos utrošenog prirodnog gasa prema obimu proizvodnje papira



Slika 4. Odnos utrošene el. energije prema obimu proizvodnje papira



Slika 5. Struktura troškova za električnu energiju

3.2. Sušna sekcija papir mašine

Na osnovu procesnih podataka koji su prikupljeni sa kontrolno-upravljačkog panela papir mašine u toku sprovođenja pregleda, izrađen je materijalni i energetski bilans sušne sekcije. Na mašini se

proizvodio fluting, gramature 120 g/m². Rezultati bilansa su pokazali da je specifična potrošnja toplotne energije na sušnoj sekciji na nivou od 5,73 GJ/t, a specifična potrošnja vodene pare na nivou od 2,08 t/t papira. Od ukupne raspoložive otpadne toplote sa vlažnim vazduhom iz sušne sekcije koja iznosi 4,3 GJ/t, u prvom stepenu rekuperacije toplote iskorišćeno je svega 8%, odnosno 0,34 GJ/t. Temperaturska efikasnost cevnih rekuperatora tipa vazduh-vazduh, koji su pušteni u rad krajem 2012., se kretala u granicama od 40 do 53%. Gubici energije kroz plašt haube sušne sekcije su iznosili 8,2% od ukupne uložene energije, odnosno 0,47 GJ/t. Pored toga gubici energije na kondenzatoru su procenjeni na 2,1%, odnosno 0,12 GJ/t.

3.3. Parna kotlarnica

U parnoj kotlarnici se nalaze tri parna blok kotla snage po 16,5 MW (25 t/h pare, pritiska 19 bar), od kojih je jedan van funkcije. Kotlovi su stariji od 30 godina, sa dve plamene cevi i kombinovanim rotacionim gorionicima za sagorevanje prirodnog gasa i alternativno mazuta. Pri prethodnoj rekonstrukciji kotlovi su opremljeni ekonomajzerima koji snižavaju temperaturu dimnog gasa u dimnom kanalu sa 300 na 160°C. Step en povrata kondenzata je na nivou od 80 do 90%, pri čemu je sabirnik kondenzata na atmosferskom pritisku. Značajan deo armature je u lošem stanju, sa oštećenom izolacijom i propuštanjem pare na pojedinim zapornim elementima. Postrojenje za hemijsku pripremu vode je zastarelo i nije automatizovano. Vazduh za sagorevanje se uzima iz spoljne sredine bez predgrevanja što u zimskim mesecima negativno utiče na proces sagorevanja. Odsoljavanje i odmuljivanje kotlova se vrši ručno.

Na osnovu merenja sastava i temperature dimnih gasova (tabela 3.) i temperature plašta kotla izvršen je proračun stepena korisnosti parnog kotla po indirektnoj metodi. Rezultati proračuna su prikazani u tabeli 4.

Tabela 3. Izmereni sastav i temperatura dimnih gasova

CO ₂ , %	10,7
O ₂ , %	1,23
CO, ppm	2480
SO _x , ppm	0
NO _x , ppm	68
t _{dg} , °C	160

Tabela 4. Rezultati određivanja stepena korisnosti parnog kotla po indirektnoj metodi

Koeficijent viška vazduha (λ), -	1,05
Gubitak sa dimnim gasovima, %	7,30
Gubitak zbog nepotpunog sagorevanja, %	0,813
Gubitak kroz plašt kotla, %	2,41
Step en korisnosti kotla (η), %	89,5

Rezultati su pokazali da je step en korisnosti kotla na nivou od 89,5%, ne računajući gubitke sa odsoljavanjem i odmuljivanjem kotla koji mogu da iznose i do 5%. Izračunati koeficijent viška vazduha je na optimalnom nivou, međutim zabeležena je višestruko veća koncentracija CO od dozvoljene. Ovo upućuje na potrebu za podešavanjem rada gorionika.

3.4. Kompresorska stanica

Za potrebe snabdevanja tehnološkog procesa komprimovanim vazduhom instalirana su dva vijčana kompresora električne snage 75 kW i 110 kW. Distributivna mreža je razgranatog tipa sa tri magistralna cevovoda. Potrebni pritisak komprimovanog vazduha kod potrošača je 6 bar-a, a radni pritisak kompresora 7,5 bar-a. Kompresori su bez frekventne regulacije pogonskih elektro motora, tako da se regulacija opterećenja vrši preko resteretnog ventila. Prilikom merenja snage pogonskog elektro motora kompresora u toku 2 h pri punom kapacitetu nisu primećene veće nepravilnosti u radu.

3.5. Elektro-energetika

Ukupna instalisana snaga elektro opreme u fabrici iznosi 12000 kW. Motori pumpi tehnološke vode i elektro pogoni na papir mašini su upravljani frekventnim regulatorima (ukupno 2715 kW). Ostali elektro motori u tehnološkom procesu imaju instalisanu snagu od 3844 kW. Prilikom merenja električnih parametara na trafoima izmeren je faktor snage od $\cos\phi=0,98$. Rekonstrukcijom papir mašine u 2012. godini povećana je ukupna instalisana snaga za približno 1000 kW što je dovelo do povećanja

maksimalno angažovane snage za 9,3%. Međutim, rekonstrukcija je omogućila povećanje produktivnosti tako da su specifični troškovi za električnu energiju po jedinici proizvoda smanjeni za približno 10%.

3.6. Sistem osvetljenja

Ukupna instalisana snaga svetiljki u fabrici iznosi 200 kW, od čega oko 50% otpada na živine sijalice visokog pritiska. Prisutne su još u većoj meri fluo svetiljke a u manjoj meri halogene, metal-halogene i inkadescentne svetiljke. U delu proizvodnih pogona i na spoljnom osvetljenju postoji automatska kontrola sa fotočelijama.

U proizvodnoj hali se nalazi 120 živinih sijalica, ukupne snage 69 kW, koje se ne isključuju u dnevnim časovima. Takođe, ustanovljeno je da 30% svetiljki nije u funkciji. Izmerena osvetljenost u proizvodnoj hali se krtala u opsegu od 20 do 70 lx što je višestruko manje od projektovanih 250 lx. Pri 8.400 radnih sati u godini potrošnja električne energije za sistem osvetljenja u proizvodnoj hali iznosi 579.600 kWh, na šta se utroši 17.200 EUR.

3.7. KGH sistemi i ventilacija

U delu pogona i kancelarija postoji radijatorsko toplovodno grejanje. Topla voda se zagreva u parnom razmenjivaču toplote. Klimatizacija je lokalna preko split-sistema. Proizvodna hala je sagrađena 1978. godine, pretežno je betonske konstrukcije i nije izolovana. Na slici 6. je uporedno prikazana fotografija i termovizijski snimak lajm prese, gde se jasno mogu uočiti gubici toplote u prostor proizvodne hale. Topao i vlažan vazduh se akumulira u gornjim nivoima hale i izbacuje plafonskim ventilatorima u atmosferu. Neophodna je dodatna tehnička i ekonomska analiza u cilju evaluacije mogućnosti postavljanja lokalnog sistema ventilacije sa rekuperacijom otpadne toplote.



Slika 6. Gubici toplote sa papir mašine u prostor proizvodne hale kod lajm prese

3.8. Predlog mera za povećanje energetske efikasnosti

Na osnovu rezultata sprovedenog energetskog pregleda izvršena je tehno-ekonomska evaluacija potencijalnih mera za povećanje energetske efikasnosti proizvodnog procesa. U tabeli 5. su sumirani potencijali za uštede u primarnoj energiji, potreban nivo investicija i prost period otplate investicije (PPO) za svaku od predloženih mera.

Pored mera prikazanih u tabeli 5., predložena su još i mere ugradnje frekventnog regulatora na elektro motoru kompresora snage 75 kW (uštede u potrošnji električne energije na kompresoru od 15 do 20% [1]) i implementacija sistema energetskog menadžmenta (EMS) (uštede u troškovima za primarne energente od 5 do 7%) koji podrazumeva bolju organizaciju i ugradnju mernih uređaja i softvera za kontinualni monitoring utroška energije po pojedinim tehnološkim celinama. Ove mere zahtevaju detaljniju tehno-ekonomsku analizu kako bi se odredile stvarne uštede i period otplate investicije za konkretan slučaj.

Tabela 5. Potencijali za uštede u primarnoj energiji primenom mera za povećanje energetske efikasnosti proizvodnog procesa i pratećih tehničkih sistema

<u>R.b.</u>	<u>Mere za povećanje energetske efikasnosti</u>	<u>Potencijali za uštede</u>	<u>Potencijali za uštede</u>	<u>Procenjene investicije</u>	<u>PPO</u>
		<u>kWh/god</u>	<u>EUR/god</u>	<u>EUR</u>	<u>god</u>
1.	<u>Zaptivanje sušne haube i poboljšanje termičke izolacije</u>	<u>3.117.500</u>	<u>134.800</u>	<u>65.000</u>	<u>0,5</u>
2.	<u>Ugradnja drugog stepena rekuperacije otpadne toplote na sušnoj sekciji u razmenjivačima tipa vazduh-voda</u>	<u>7.447.360</u>	<u>322.000</u>	<u>390.000</u>	<u>1,2</u>
3.	<u>Podешavanje rada gorionika na parnim kotlovima</u>	<u>33.000</u>	<u>14.200</u>	<u>2.000</u>	<u>0,15</u>
4.	<u>Ugradnja novih gorionika sa BMS sistemom, frekventna regulacija ventilatora za vazduh i sprega sa sondom za merenje sadržaja O₂ u dimnom gasu</u>	<u>3.147.931</u>	<u>136.000</u>	<u>185.000</u>	<u>1,4</u>
5.	<u>Zamena oštećene izolacije i dotrajale armature na parovodima</u>	<u>39.350</u>	<u>17.000</u>	<u>15.000</u>	<u>0,9</u>
6.	<u>Zamena živinih sijalica efikasnijim sijalicama nove generacije</u>	<u>169.000</u>	<u>5.100</u>	<u>24.500</u>	<u>4,8</u>

4. ZAKLJUČAK

U radu su prikazani metodologija i rezultati jednodnevnog energetskog pregleda koji je sproveden u Fabrici hartije Beograd (FHB). Na osnovu rezultata pregleda izračunati su prosečni specifični utrošci toplotne i električne energije po jedinici mase papira u 2012. godini od 6,49 GJ/t i 701 kWh/t, respektivno. Ove vrednosti se nalaze na gornjoj granici preporučenih vrednosti za proizvodnju ambalažnog papira prema referentnim dokumentima.

Mere za povećanje energetske efikasnosti koje su predložene u radu su atraktivne iz razloga što povećavaju efikasnost proizvodnje, poboljšavaju kvalitet proizvoda u smanjuju ukupne troškove proizvodnje. Primenom predloženih mera mogu se postići uštede u potrošnji primarnih energenata od 13.921 MWh/god što čini oko 13% od postojeće potrošnje.

Zahvalnica

Prikazani rezultati su dobijeni u toku realizacije naučno-istraživačkog projekta pod nazivom „Povećanje energetske efikasnosti u odabranom industrijskom sektoru kroz implementaciju sistema energetskog menadžmenta u malim i srednjim preduzećima“ (evid. br. projekta: TR33017), koji je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. Autori se ovom prilikom zahvaljuju stručnom osoblju Fabrike hartije Beograd a.d. na pomoći prilikom realizacije projekta.

LITERATURA

1. ***<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>, The European IPPC Bureau, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board, Final draft July 2013
2. Zakon o efikasnom korišćenju energije, „Službeni glasnik RS“, br. 25/2013
3. Pravilnik o načinu sprovođenja i sadržini programa obuke za energetskog menadžera, troškovima pohađanja obuke, kao i bližim uslovima, programu i načinu polaganja ispita za energetskog menadžera, „Službeni glasnik RS“, br. 12/2015
4. ***BS EN 16247-1:2012, Energy audits - Part 1: General requirements
5. ***BS EN 16247-3:2012, Energy audits - Part 3: Processes
6. Hasanbeigi, A., Price, L., Industrial energy audit guidebook: Guidelines for conducting an energy audit in industrial facilities, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, 2010

7. Kong, L., Price, L., Hasanbeigi, A., Liu, H., Li, J., Potential for reducing paper mill energy use and carbon dioxide emissions through plant-wide energy audits: A case study in China, *Applied Energy*, 102, 2013, pp. 1334-1342
8. Ghosh, A.K., A systematic approach to optimise dryer performance and energy savings – Case studies, TAPPI PaperCon'09 Conference, May 31-June 3, 2009, St. Louis, USA

Corresponding author:

dr Nikola Tanasić

Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

Kraljice Marije 16

11120 Beograd

ntanasic@mas.bg.ac.rs

WATER SOLUBLE CATIONIC MICROGEL: THEIR POTENTIAL APPLICATIONS IN PAPERMAKING

VODORASTVORNI KATJONSKI MIKROGELOVI: POTENCIJALNA PRIMENA U PROIZVODNJI PAPIRA

Mustafa Usta, Sedat Ondaral

Pulp and Paper Technology, Faculty of Forestry, Karadeniz (Black Sea) Technical University, Turkey

Abstract

The performance of water soluble cationic microgel (CMG) of acrylamide (AAM) and diallyldimethylammonium chloride (DADMAC), as dewatering and strength enhancement agents, were investigated in this study. The performances of some synthesized polymers in papermaking applications were investigated and results were compared with performances of polydiallyldimethylammonium chloride (P-DADMAC) and cationic polyacrylamide (KPAM). It was determined that CMGs were better than P-DADMAC in kaolin retention and drainage of fiber-kaolin suspension while KPAM gave the best performance than all polymers. The synthesized polymers were found to be effective in fixating dissolved and colloidal materials onto fibers. QCM-D results showed that these polymers formed thicker layer onto SiO_2 surfaces. Thus, larger amount of dissolved and colloidal materials adsorbed on polymeric layer. Additionally, the effects of polymers on strength of paper were examined and synthesized polymers gave better paper strength than KPAM. Consequently, the experiments showed that water soluble cross-linked polymers can be synthesized simply with dispersion polymerization and have some advantageous over the linear polymers.

Key words: Water soluble cross-linked cationic polymers, dissolved and colloidal materials, paper strength, QCM-D.

Izvod

U ovom istraživanju proučavan je učinak hidrosolubilnog kationskog mikrogela od akrilamida i dialildimetilamonijum-hlorida kao agensa za poboljšanje odvodnjavanja i povećanje jačine. Učinci nekih sintetisanih polimera u proizvodnji papira su istraživani i rezultati su upoređeni sa učincima poli-dialidimetilamonijum-hlorida i kationskog poliakrilamida. Utvrđeno je da je katjonski migrogel bolji nego poli-dialidimetilamonijum-hlorid u retenciji kaolina i drenaži suspenzije vlaknastog kaolima, dok je katjonski poliakrilamid dao najbolje rezultate od svih polimera. Sintetisani polimeri su dokazano bolji i efikasniji u fiksiranju rastvorenih i koloidnih materijala na vlakna. QCM-D rezultati su pokazali da ovi polimeri formiraju deblji sloj na površine SiO_2 . Dakle, veće količine rastvorenih i koloidnih materijala su absorbovane na sloj polimera. Osim toga, proučavan je uticaj polimera na jačinu papira; sintetisani polimeri su dali veću snagu papiru nego poliakrilamidi. Stoga su ovi eksperimenti pokazali da u vodi rastvorni umreženi polimeri mogu biti sintetisani jednostavno disperzionom polimerizacijom i mogu imati iste prednosti nad linearnim polimerima.

Ključne reči: vodorastvorni umreženi katjonski polimeri, rastvoreni i koloidni materijali, jačina papira, QCM-D

INTRODUCTION

The polyelectrolytes have been used increasingly in the various industries, such as papermaking, water treatment, mineral processing, food, cosmetic industries etc.¹⁻⁴ the cationic copolymers of acrylamide with higher molecular weight have been widely used in these applications because of lower cost and higher efficiency.⁵⁻⁸ It is produced by co-polymerization of acrylamide and cationic monomers via solution and inverse emulsion polymerizations.⁸⁻¹¹ They have been also prepared by the dispersion polymerization. Because it is easy to produce micron sized polymer particles having homogeny size distribution in a single step process, dispersion polymerization has advantages over these polymerization techniques.¹²⁻¹⁴ This method is depend of initiated reaction of monomers in the presence of polymeric stabiliser. Monomer and stabilizer can be dissolved in the reaction mixture while the produced polymer

is not.¹⁵ CMGs have been prepared by dispersion polymerization in literature. Even if they can swell in solvent, their molecular shape remain almost as before due to their cross-linked structure.¹⁶⁻¹⁷

Polyelectrolytes are used in the papermaking industry as flocculants, dispersing agents, wet dry strength agents and also for the removal of dissolved and colloidal substances (DCS). The DCS materials, most abundant in mechanical pulps, are composed of lipophilic extractives, lignin, neutral polysaccharides, charged polysaccharides and proteins.^{18,19} These substances will accumulate in white water systems upon system closure. Increase of DCS concentration may lead to several operational problems such as increased corrosion, foaming and scaling problems, slime and biological growth, deposits and pitch on wires and felts, higher incidence of sheet breaks, as well as increased consumption of cationic retention aids, loss of paper brightness, formation of specks and holes and reduced sheet strength.²⁰⁻²⁶ Reduction in the efficiency of cationic additives in furnishes with high DCS concentration is most frequently due to the complex formation between these additives and the different DCS components. Since the charge of the formed complexes is still negative, the cationic additives can not interact with the anionic fibres. Different highly charged cationic polymers have been used to neutralize the DCS and to fix these components onto fibres for avoiding the negative effects of the DCS. The charge neutralization was the dominant mechanism for DCS fixation induced by highly charged cationic polymers. In the following study investigating DCS fixation on different polyelectrolytes, it was found that molecular mass and cationic charge were significantly effective in the efficiency of DCS fixation, as well as particle concentration.^{27,32}

Retention of fibrous fines and filler is most important challenge for papermaking. Polyelectrolytes are mostly used material for this purposes addition to inorganics, such as silica and montmorillonite particles. These materials also affect drainage of suspension passing through forming screen.²⁸ In this study, CMGs efficiency for DCS fixation to fibres and kaolin retention as well as their affects in drainage and paper strength were investigated.

EXPERIMENTAL

Preparation of CMG

CMGs were synthesized by dispersion polymerization in a solvent mixture of TBA/Water (1.3/1). All ingredients were easily dissolved in the solvent mixture. After dissolving chemicals, N₂ was bubbled through the solution at room temperature for 15 minutes to remove oxygen and the polymerization was initiated and conducted at 55 °C for 6 hours by mixing. Polymers were dialysed with the aid of porous cellulose acetate membrane (Spectrum, MWCO: 1000) for three days against de-ionized water and then, freeze-dried.

Determination of Charge Densities

The particle charge detector (PCD III (MÜTEK GmbH, Herrsching) was used to determine the charge densities of polymers and filtrated suspensions by the polyelectrolyte titration.²⁹

Clay Deposition onto Fibres

The efficiency of polymers regarding clay deposition onto TCF bleached chemical softwood fibres was determined by monitoring adsorbed amount of clay and charge density of the sample taken from the suspension as a function of polymer concentration. The fibres (0.5 g) were disintegrated in 200 ml of de-ionized water by stirring with propeller at 750 rpm. 150 mg of clay (10 ml of main stock, 15 g/l) was added into fibre suspension and de-ionized water was added to make the total volume equal to 400 ml. The pH of suspension was adjusted to 6.0±0.1 and thereafter; the polymer solution was added to the fibre-clay suspension. After mixing suspension for 10 minutes at 500 rpm, 10 ml sample was withdrawn by using syringe having 200 mesh screen tip to exclude fibres. The transmittance of this sample at 500 nm was determined by UV-VIS spectrophotometer (Specord 40, AnalyticJena). The amount of undeposited clay in the sample was calculated by means of the standard graphic. The amount of deposited clay onto fibres was calculated by subtracting the amount of un-deposited clay from the amount of initially added clay.³⁷

Handsheet making and tensile strength

The polymers technique were compared regarding tensile index of paper. Bleached softwood kraft fibre was used after beating to 40 °SR. CMG with different dosages was added directly to the fibre suspension with 0.5% concentration and after adjusting pH to 7.0 ± 0.3 . After 10 min mixing at 750 rpm, 400 ml of suspension was taken to form a handsheet on Rapid Köthen sheet former (Tappi T 205). Afterwards, the wet sheet was dried at 93 °C, at a pressure of 90 kPa for 10 min. The tensile index was measured by TAPPI method (T 494 om-96).

Polymer Adsorption to Fibers. In the polymer adsorption measurements, the concentration of the fiber suspension was adjusted to 5 g/L with deionized water. After pH adjustment to 7.0 ± 0.3 and polymer addition, the fiber suspension was mixed for 30 min at room temperature. Then, supernatant was taken by centrifugation of suspension at 4000 rpm for 10 min. The amount of polymer in the solution was determined by polyelectrolyte titration with PCD III. The amount of adsorbed polymer on the fibers was calculated by subtracting the amount of polymer remaining in solution from the added amount of polymer.

CMG and DCS adsorption on the SiO₂ surface

A quartz crystal microbalance instrument (QCM-D, Q-Sense AB, Gothenburg, Sweden) was employed to evidence the adsorption properties of CMG and DCS on the SiO₂ surface. QCM crystals coated with silica (QSX 303/50 SiO₂) were also supplied by the same company. DCS was adsorbed on a pre-adsorbed CMG layer on the silicon oxide-covered crystal. The adsorbed amount of polymers and DCS on SiO₂, Δm , was calculated with Sauerbrey equation.^{30,31}

Before using the QCM crystal, this was treated with a piranha cleaning solution (H₂SO₄:H₂O₂=3:1) for one minute, then rinsed with deionised water and dried with N₂. After assembling the quartz crystal in the QCM cell, this was exposed to an aqueous buffer solution containing 10 mM NaCl (used for preparing the polymer and the DCS solution) for establishing a baseline for frequency and energy dissipation. Adsorption was initiated by exchanging the buffer with a polymer solution. After 15 minutes, the residual polymer was removed, by adding the same aqueous solution of NaCl, and the DCS solution was injected into the cell. The Qsoft software from Q-Sense AB recorded the changes, produced during the adsorption process, in the properties of the adsorbed polymer and DCS layers, at four different overtones. The third overtone has been primarily used for data evaluation, basically due to its stability. In all experiments, conducted at a constant temperature of 24.3 °C, the polymer and DCS concentrations were of 100 mg/L and 200 mg/L, respectively.

Drainage experiments. The efficiencies of polyelectrolytes in dewatering from fiber-DCS suspension was investigated by monitoring drainage time and drained volume during filtration with a Schopper Riegler equipment. The experiment conditions such as chemical concentrations, mixing time, and speed were the same as those in experiments for PCC deposition.

RESULTS AND DISCUSSION

The charge densities and molecular weights of CMGs used in this paper are given in Table 1.

Table 1. Charge densities and molecular weights of polymers

	CMG1	CMG2	CMG3	CMG4	CMG5
Charge Density (meq/g)	1.16	0.62	1.2	0.9	0.9
Mw (kD)	915	251	320	425	461

Clay Adsorption onto Fibres

The efficiencies of two CMGs in the adsorption of clay onto bleached kraft fibres was investigated and compared with Poly-DADMAC and CPAM. As can be seen in Figure 1a-b, the efficiencies of CMGs, CPAM and Poly-DADMAC are quite different. It can be clearly detected for Poly-DADMAC that the adsorbed amount of clay was the lowest comparing with other polymers. The charge density of suspension changed to positive values at lower Poly-DADMAC concentration due to its higher charge

density and thus, clay adsorption increased. When the concentration increased, clay deposition decreased due to the re-stabilization referring to this mechanism “patch type flocculation”. The cationic polymeric patches are located on both fibres and kaolin particles interact with negatively charged sites without patches allowing aggregation. On the other hand, the efficiency of CPAM is the highest at lower dosage due to its high molecular weight. The responsible mechanism for CPAM has been referred as “bridge type flocculation”, in which the extended parts of polymer (loops and tails) adsorbed on the surface interact other particles.^{28,37}

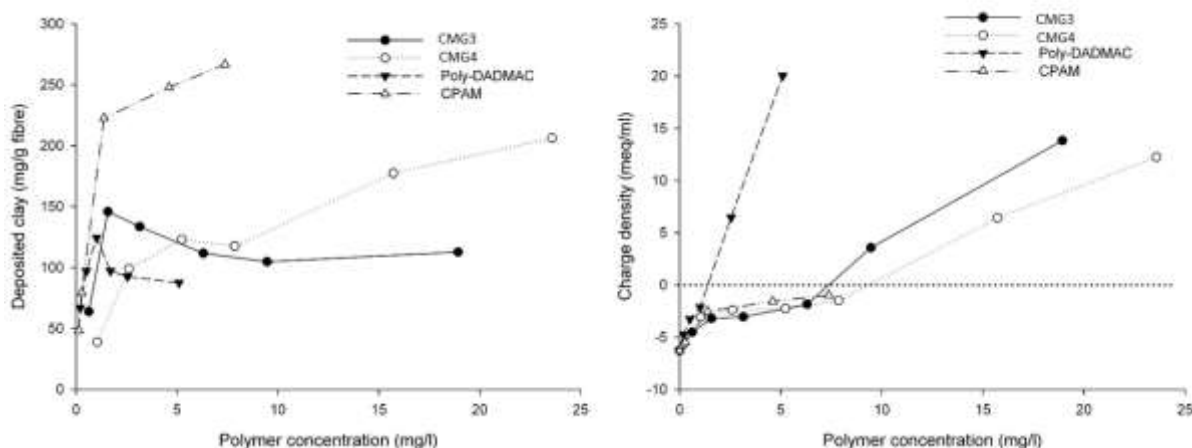


Figure 1. (a) Clay deposition to fibres and (b) Change in charge density of suspension as a function of polymer types and concentrations.³⁷

It is obviously seen that the efficiency of CMG4 is different than that of I1. That can attributed to that CMG4 has the lower charge density and higher molecular weight compared with CMG3. The adsorbed clay continuously increased with increasing CMG4 even if the charge density reversed from anionic to cationic region. The higher molecular weight of cross-linked polymer can make more bridges between fibres and filler particles. This leads to formation of thicker layer on the surfaces. It was found that the thicker polymeric layer can extend to double layer providing more effective points for another surface to be adsorbed.³² The number concentration of clay particles is approximately 10^5 times higher than the number concentration of fibres, thus, it can be concluded that the collision number between clay and polymer is higher than collision number between fibre and polymer. Therefore, polymer is firstly adsorbed on the clay particles and then, on the fibres. On the other hand, the clay adsorption induced by addition of CMG3 firstly increased and then, near the isoelectric point of suspension started to decrease. The less efficiency of I1 can be explained by its smaller molecular weight. Clay adsorption is similar with Poly-DADMAC. After reaching to maximum clay adsorption at lower CMG3 concentration, it can be speculated that the surface coverage exceeded 50%, which is proposed for patch model flocculation to be efficient, before IEP. These results show that the efficiencies of CMGs strongly depend on their molecular weight and charge density.

DCS fixation on fibres

Changes in the relative turbidity and zeta potential of suspension were measured to evaluate the performance of CMG's in the DCS fixation onto fibres. The results are given in Figure 2. The relative turbidity of the filtrate increased at lower addition levels of CMG1. This ¹³¹increase has been attributed to the initially formed aggregates of the negatively charged DCS.^{33,34} Their fixation to the negatively charged fibres was prevented due to the net electrostatic repulsion between particles. Since particle removal is already starting when the particles have a negative zeta potential and rapid destabilisation as the particles charge is reversed, these results suggest that the flocculation mechanism responsible for particle removal is of the patch-type.^{31,35,36}

The interaction between oppositely charged sites on interacting particles will cause their aggregation. Even though CMG1 and CMG2 had a similar efficiency for DCS removal, the amount of CMG1 needed for a maximum removal of DCS was lower compared to CMG2. Figure 2 also shows that, in DCS removal *versus* polymer addition, the operating window was narrower for CMG1. This

behaviour can be traced back in the higher charge density of CMG1, as also supported by the results shown in Figure 3, illustrating that the saturation adsorption of CMG1 was lower than the saturation adsorption of CMG2, in both deionised water and 10 mM NaCl. Some difference may be noticed in the adsorbed amounts of polymers, considering the difference in charge density between the polymers, it can be calculated that the same amount of polymer charge is adsorbed at saturation adsorption, for both polymer types. This suggests that the polymer is reaching the same surface sites of the fibres, *i.e.*, that they are limited to the external parts of the fibre wall. CMG1 and CMG2 cannot move through the pores of the fibre wall because of their relatively high molecular mass, as supported by earlier investigations, made on linear poly-DADMAC with a molecular mass of 140 kD, showing that this type of polymer was adsorbed on the external surface of fibres.^{37,31}

Electrolyte addition (10 mM NaCl) into DCS and fibre suspensions enhanced DCS fixation by the polymers, as seen in Figure 4 which shows, comparatively to Figure 2, that decrease in the relative turbidity of the suspension started at lower polymer concentrations, as a result of electrolyte addition. The most probable explanation to this difference is the lower repulsion between particles, at higher electrolyte concentrations.³¹

Adsorption on the silicon oxide surface

The properties of the adsorbed polymers and DCS layers were also investigated with Quartz Crystal Microbalance with Dissipation (QCM-D). Change in resonance frequency (Δf) vs. time is illustrated in Figure 5 for the 15 MHz signal, *i.e.* the third overtone. The absolute frequency shift associated to polymer adsorption was higher for CMG2 than for CMG1, to be ascribed,

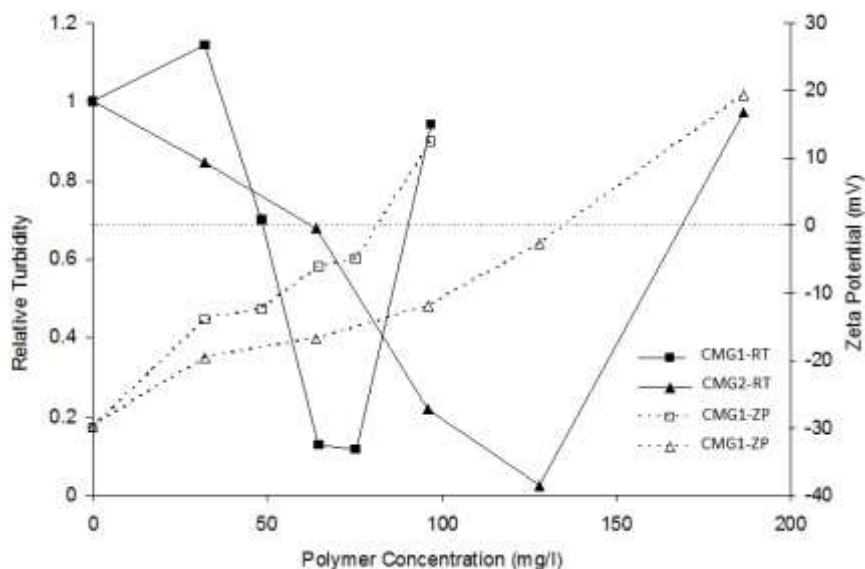


Figure 2. Changes in relative turbidity (RT) and zeta potential (ZP) of filtrated samples taken from fibres and DCS suspensions in deionised water, as a function of both CMG1 and CMG2 concentrations (fibre concentration 5 g/L, DCS concentration 200 mg/L, pH 6.2).³¹

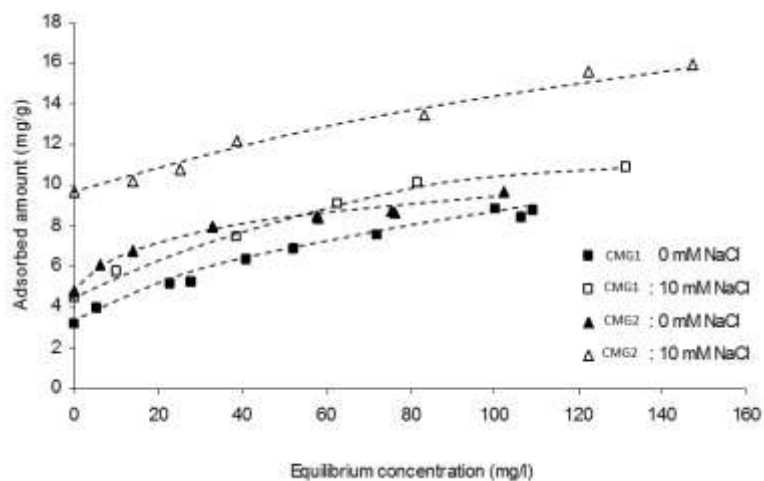


Figure 3. Adsorption isotherms of CMG-1 and CMG-2 on bleached chemical fibres at pH 6.2 and different salt concentrations.³¹

once again, to the lower charge density of CMG2, compared to CMG1. However, Figure 5 also shows that rinsing with a 10 mM NaCl led to the removal of both polymers, i.e. the Δf values of both polymers decreased slightly to the same level, as due to the desorption of some loosely associated polymer; after 15 minutes, the adsorption of the two polymers was the same. It has to be outlined that the change in frequency is a measure of both the adsorbed amount and of the immobilised water, which means that the change in frequency cannot be directly transformed into an adsorbed amount.³¹

Figure 6 also shows that DCS addition caused a significant drop in Δf , as due to DCS adsorption on the pre-adsorbed polymer layer; it was also evident that, after 90 minutes, CMG1 could adsorb more DCS than CMG2. The results are summarized in Table 2, which also lists the adsorbed amounts, calculated with Sauerbrey equation, together with the dissipation values determined with QCM-D. The dissipation values can be used to give an approximate characterisation of the viscoelastic properties of the adsorbed layer. A higher value of dissipation means that the adsorbed layer has both lower viscosity and lower elastic modulus.

As shown in Table 2, more DCS can be fixed on the CMG1 polymer layer than on the CMG2 pre-adsorbed layer. If the Δm values given in Table 2 are converted to the amount of adsorbed charges for both CMG1 and CMG2, the found amount of adsorbed charges is of $3.13 \mu\text{eq}/\text{m}^2$ and $1.67 \mu\text{eq}/\text{m}^2$, respectively. These figures can explain why more DCS particles can be fixed on a pre-adsorbed CMG1 layer. Hence, a higher charge on the polymer layer leads to a higher interaction with the DCS particles from the bulk solution.³¹

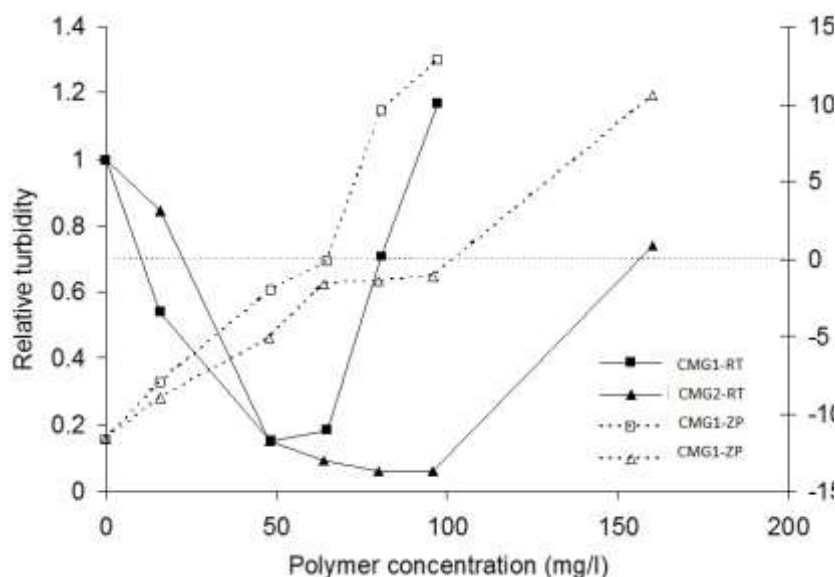


Figure 4. Changes in relative turbidity (RT) and zeta potential (ZP) of filtered samples taken from fibres and DCS suspensions in the presence of 10 mM NaCl, as a function of both CMG1 and CMG2 concentrations (fibre concentration 5 g/L, DCS concentration 200 mg/L, pH=6.2).³¹

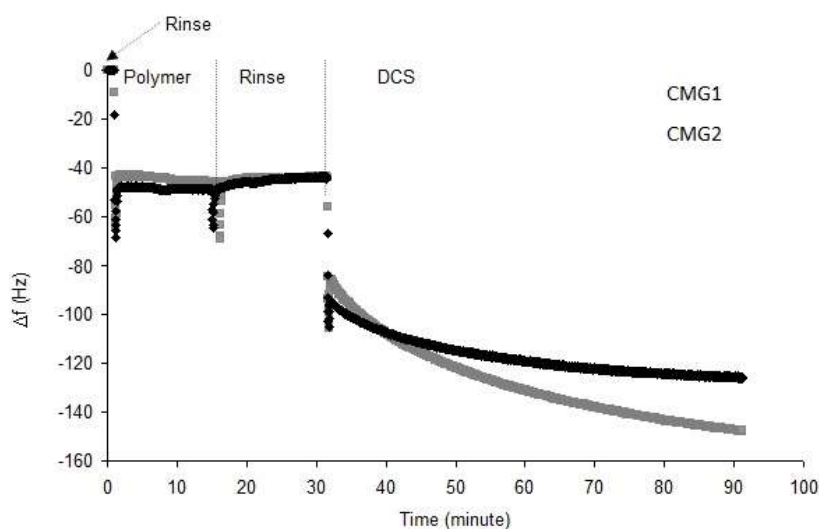


Figure 5. Change in frequency as a function of time. DCS were added after removing the unabsorbed polymers around the crystal with a rinsing buffer solution. (polymer concentration 100 mg/L, DCS concentration 200 mg/L, electrolyte concentration 10 mM NaCl, n: 3rd, pH: 6.0)

Table 2. Δf , ΔD and Δm for both polymers and DCS adsorption at 15 MHz (10 mM NaCl). The polymer values were calculated before DCS addition, while the DCS values were calculated after 90 minutes.³¹

Polymer	Δf (Polymer) Hz	ΔD (Polymer) 10^{-6}	Δm (Polymer) mg/m^2	Δf (DCS) Hz	ΔD (DCS) 10^{-6}	Δm (DCS) mg/m^2
CMG1	-45	2.5	2.7	-104.2	7.1	6.2
CMG2	-45	2.4	2.7	-82.7	6.4	4.9

Thickness of the polymer layer can also affect the adsorption of DCS particles to the pre-adsorbed polymer layer. Assuming a density of the adsorbed layer of 1 g/cm^3 , thickness of the CMG1 and CMG2 layers can be calculated as 2.7 nm, for both types of polymers, at surface saturation. Therefore, it can be concluded that the CMG1 and CMG2 layers have almost the same thickness on the silica surface, and that the charge of the polymeric layer will be the dominating factor for DCS fixation for these types of polymers.³¹

Drainage of suspension

The drainage rate of suspension, in which CMGs, P-DADMAC and CPAM were added studied at different polymer concentration. The initial rates of drainage plots (drained volume vs time) were determined and results were given in Figure 6 and 7. CPAM and CMGs (CMG4 and CMG5), which have higher molecular weight and lower charge density, increased the drainage rate with increasing polymer addition. On the other hand, CMG3 and P-DADMAC, which have higher charge density, increased the drainage rate at lower dosage while decreased drainage rate at higher polymer concentrations. The higher charge density mostly caused the aggregation of fine particles addition to fibres plugging pores of the fibre network formed on the screen. However, polymer with higher molecular weight and comparatively bigger molecular size provide flocculation of fibres and fines. This leads enough pore size on sheet network to drain water.

Paper strength

It has been studied how the paper strength is affected by CMG compared with P-DADMAC and CPAM. Figure 8 shows changes in

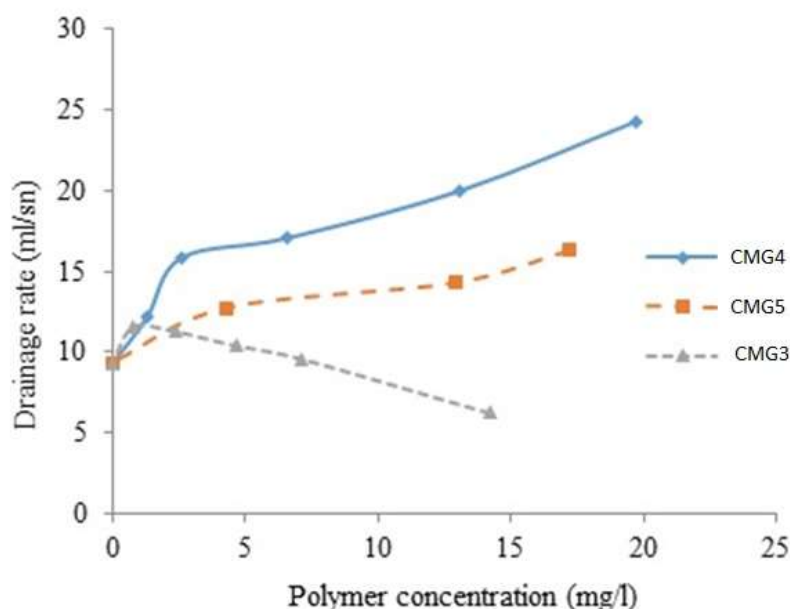


Figure 6. The suspension drainage after CMG addition

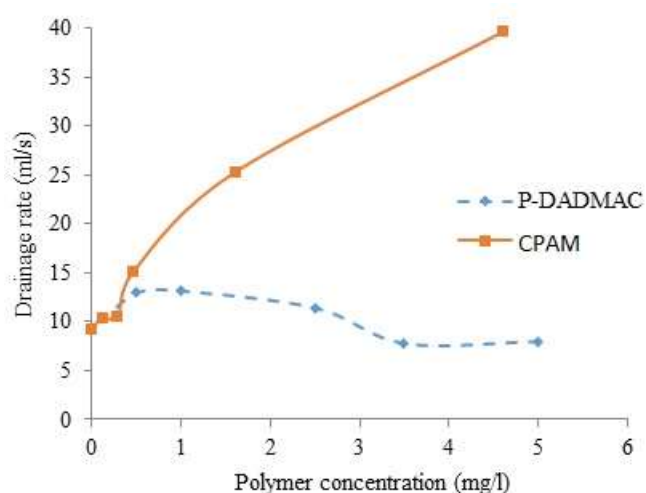


Figure 7. The suspension drainage after polymer addition

tensile indexes of paper produced with different polymers. It can be seen that CMG5 has better performance than CPAM and P-DADMAC. Actually, these polymers are used for retention aids papermaking. CMG5 most probably do not produce bigger macro flocks as CPAM form. This provides more homogenous formation of paper and thus, better paper strength (Figure 9). Additionally, the molecular bonding area between fibres can be higher for CMG5 because of their molecular structure.

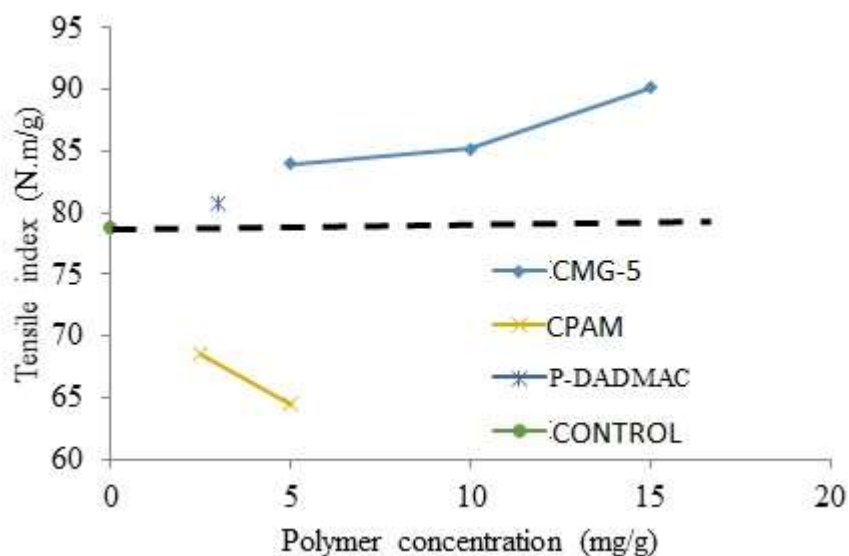


Figure 8. Paper strength with different polymer

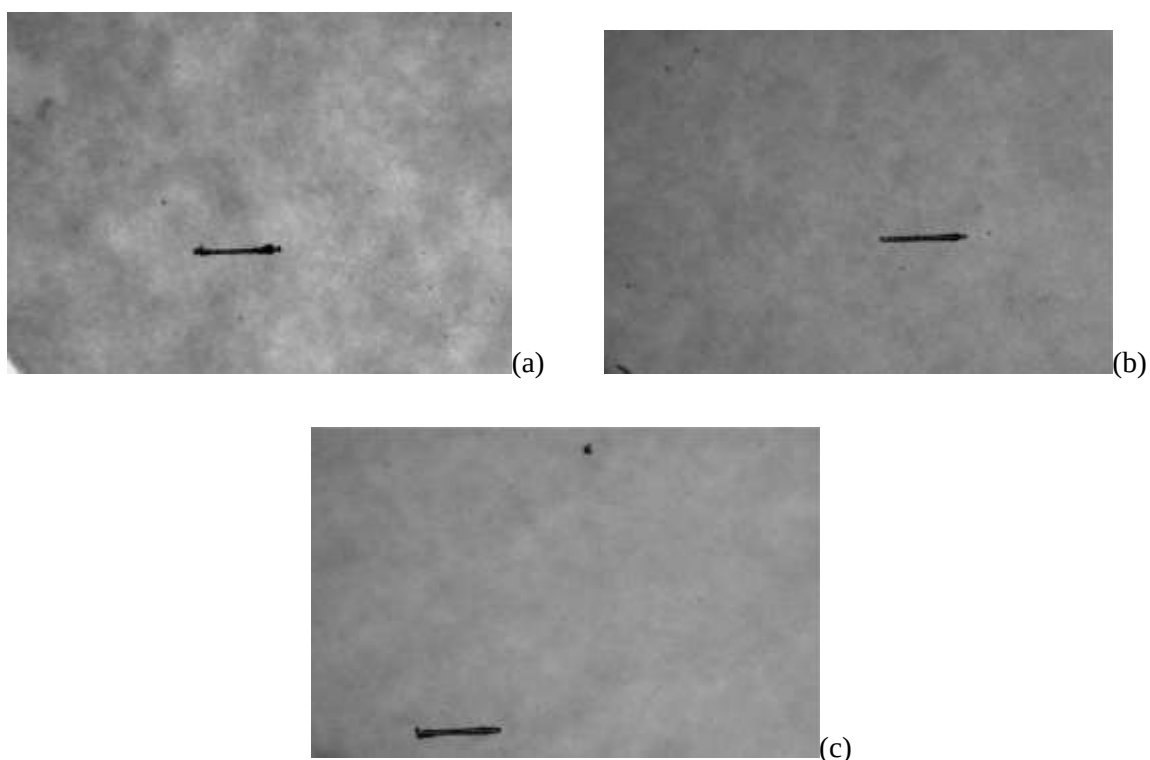


Figure 9. Paper formation (a) 5 mg/g CPAM (b) 10 mg/g CMG5 (c) No polymer (scale:1 cm)

CONCLUSION

The CMGs were produced with dispersion polymerization of DADMAC and acrylamide monomers. The results showed that this kind of polymers can be used in papermaking for different purposes. CMGs were used effectively for DCS removal and kaolin retention as well as their effects on drainage and paper strength were studied. Enough retention without affecting drainage and paper strength is most promising result for papermaking for CMGs.

REFERENCES

1. Norell, M.; Johansson, K.; Persson, M. In Paper Chemistry, Neimo, L., Ed.; Finnish Paper Engineers' Association and TAPPI: Helsinki, 1999, Chap. 3.
2. Yan, Y.D.; Glover, S.M.; Jameson, G.J.; Biggs, S. Int. J Miner Process 2004, 73, 161.
3. Wandrey, C.; Barajas, J.H.; Hunkeler, D. Adv Polym Sci 1999, 145, 123.
4. Avci, D.; Mol, N.; Dagasan L. Polym Bul 2002, 48, 353.
5. Ma, M.; Zhu, S. Colloid Polym Sci 1999, 277, 115.
6. Solberg, D.; Wågberg, L. Colloids Surf A 2003, 219, 161.
7. Owen, A. T.; Fawell, P. D.; Swift, J. D.; Farrow, J. B., Int J Miner Process 2002, 67, 123.
8. McCormick C. L.; Blackmon, K. P. Polymer 1986, 27, 1971
9. Tanaka, H. J Polym Sci Part A: Polym Chem 1986, 24, 29.
10. Subramanian, R.; Zhu, S.; Pelton, R. H. Colloid Polym Sci 1999, 277, 939.
11. Brand, F.; Dautzenberg, H.; Jaeger, W.; Hahn, M. Angew Makromol Chem 1997, 41, 248.
12. Song, B. K.; Cho, M. S.; Yoon, K. J.; Lee, D. C. J App Polym Sci 2003, 87, 1101.
13. Wu, Y. M.; Wang, Y. P.; Yu, Y. Q.; Xu, J.; Chen, Q. F. J Appl Polym Sci 2006, 102, 2379.
14. Liu, X.; Chen, D.; Yue, Y.; Zhang, W.; Wang, P. J Appl Polym Sci 2006, 102, 3685.
15. Ye, Q.; Zhang, Z.; Ge, X. Polym Int 2003, 52, 707.
16. de Groot, H.D.; Zurutuza, A.; Moran C.R.; Graham, N.B.; Hodd, K.A.; Norrby, S. Colloid Polym Sci 2001, 279,1219.
17. Valette, L.; Pascault, J-P.; Magny, B. Macromol Mater Eng 2002, 287, 31.
18. J. Sjöström, *Nord. Pulp Paper Res. J.*, **6**, 9 (1990).
19. K. Sundberg, J. Thornton, R. Ekman and B. Holmbom, *Nord. Pulp Paper Res. J.*, **9**, 125 (1994).
20. B. Panchapakesan, in "Stock Preparation", R. W. Hagemeyer, D. W. Manson and M. J. Kocurek (Eds.), TAPPI and CPPA Press, Montreal, Canada, pp. 112-157 (1992).
21. V.-M. Hulko and Y. Deng, *J. Pulp Paper Sci.*, **25**, 378 (1999).
22. X. Zhang, R. P. Beatson, Y. J. Cai and J. N. Saddler, *J. Pulp Paper Sci.*, **25**, 206 (1999).
23. D. W. Francis and M. D. Ouchi, *J. Pulp Paper Sci.*, **27**, 289 (2001).
24. J. Kekkonen, A. Laukkanen, P. Stenius and H. Tenhu, *Colloids Surf.*, **A 190**, 305 (2001).
25. A. J. Dunham, K. R. Tubergen, S. T. Govoni and J. C. Alfano, *J. Pulp Paper Sci.*, **26**, 95 (2000).
26. A. J. Dunham, S. L. Sherman and J. C. Alfano, *J. Pulp Paper Sci.*, **28**, 298 (2002).
27. L. Wågberg and I. Åsell, *Colloids Surf.*, **A. 104**, 169 (1995).
28. Eklund, D.; Lindström, T. Paper Chemistry, TAPPI Press: Grankula, 1991.
29. S. Suty and V. Luzakov, *Colloids Surf.*, **A 139**, 271 (1998).
30. G.Sauerbery, *Z. Phys.*, **155**, 206 (1959).
31. F. Höök, M. Rodahl, P. Brezinski and B. Kasemo, *Langmuir*, **14**, 729 (1998).
32. Ondaral, S.; Usta, M.; Gumusderelioglu, M., Wågberg, L.; Ondaral, M. Cell Chem Tech 2008, 42,1-3, 61.
33. L. Wågberg and L. Ödberg, *Nord. Pulp Paper Res. J.*, **6**, 127 (1991).
34. L. Wågberg, S. Ondaral and L .E. Enarsson, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **46**, 2212 (2007).
35. J. Greogory, *J. Colloid Interface Sci.*, **42**, 448 (1973).
36. D. R. Kasper, *PhD Thesis*, California Inst. Technology, USA (1971).
37. S. Ondaral, M. Usta, M. Gumusderelioglu, N. Arsu, D. Karaca Balta, *J App Polym Sci*, 116, 1157–1164 (2010).

Corresponding author:

Mustafa Usta

Pulp and Paper Technology,

Faculty of Forestry

Karadeniz (Black Sea) Technical University, Turkey.

usta@ktu.edu.tr

ZAŠTITA AMBALAŽE I GRAFIČKIH PROIZVODA U INFRACRVENOM SPEKTRU INFRAREDESIGN

SECURITY PRINTING OF PACKAGING AND GRAPHIC PRODUCTS IN INFRARED SPECTRUM INFRAREDESIGN

Ivana Žiljak Stanimirović
Sveučiliste u Zagrebu, Grafički fakultet, Zagreb, Hrvatska

Izvod

*U radu su predstavljene novosti u inovativnom pristupu projektiranja ambalaže i razvoja dvostrukih informacija na ambalaži po metodi **INFRAREDESIGN**[®]. Predstavljene su primjeri ugrađenih dvostrukih kodova, te individualizacija u vizualnom i proširenom bliskom infracrvenom spektru.*

*S **INFRAREDESIGN**[®] tehnologijom uvedeni su novi standardi u budućnosti pametnih i proširenih rješenja grafičke ambalažne industrije.*

Ključne reči: zaštita ambalaže, **INFRAREDESIGN**[®], **CMYKIR** separacija, Z parametar

Abstract

*This paper presents the new technique in an innovative approach to packaging design and development of double information on the packaging according to the method of **INFRAREDESIGN**[®].*

*Examples of built in double codes and individualization in the visual and extended near infrared spectrum are presented. With **INFRAREDESIGN**[®] technology new standards for the future smart solutions and enhanced graphics packaging industry are introduced.*

Keywords: security packaging, **INFRAREDESIGN**, **CMYKIR** separation, the Z parameter

1. UVOD

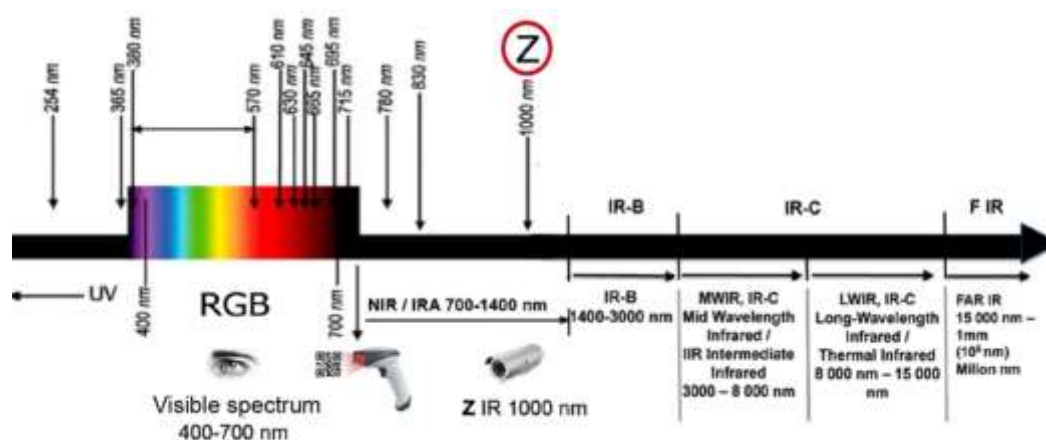
Ambalaža zauzima veliki udio na globalnom tržištu grafičke tehnologije. Budućnost ambalaže do 2020. temelji se na opsežnim istraživanjima vodećih svjetskih autoriteta za pakiranje, papir i tisak. Smithers Pira prognozira godišnji rast na svjetskom tržištu ambalaže od 4% godišnje do 2018., koja će s prodajom doseći više od trilijun dolara [1]. Dio tog tržišta zauzimaju i inovacije, sigurnosni tisak (10 milijardi dolara godišnje), te dodane vrijednosti na ambalaži kao nezamjenjivom grafičkom proizvodu.

Područje ambalaže promiče kontinuiran razvoj inteligentnih rješenja zbog specifičnih zahtjeva prilikom izrade ambalaže, ograničene površine za dizajn, potrebe za zaštitom upakiranog proizvoda, garancije originalnosti, automatskog očitavanja u sustavima kontrole i naplate.

Jedno od takvih originalnih i jedinstvenih rješenja koje omogućava implementaciju svih navedenih individualiziranih elemenata je **INFRAREDESIGN**[®] [2]. Radi se o dizajnu u proširenoj vizualnoj (V) – infrared (NIR-Z) stvarnosti u valnim duljinama od 400 nm do 1000 nm. Izum omogućava prošireno područje djelovanja u oblikovanju ambalaže, kreiranje dvostrukih poruka, skrivenih individualiziranih zaštićenih informacija, dvostrukih i skrivenih zaštitnih 1D i 2D kodova. Ambalaža poprima nove sadržaje u komunikacijskom i zaštitnom smislu. Autori **INFRAREDESIGN**[®] patenta su Vilko Žiljak, Ivana Žiljak Stanimirović, Klaudio Pap i Jana Žiljak Vujić. Patent pod nazivom “Infracrveni tisak s procesnim bojama” [3] vodi se u Europskom patentnom zavodu pod nazivom “Infrared printing with process printing inks” s brojem EP2165844. Patenti iz porodice **INFRAREDESIGN**[®]-a koji su zanimljivi za područje ambalaže su: “ZRGB aparatura za dualnu detekciju” [4]; P20100451A 2 i IRD Mark za automatsko čitanje kodova. Izumi proizašli iz **INFRAREDESIGN**[®] patenta nagrađeni su s više od 70 nagrada u cijelom svijetu od SAD-a (INPEX, Grand Prix), Rusije, Europe do Azije. Izum je nagrađen i sa Državnom nagradom za znanost RH za 2010. godinu u području tehničkih znanosti za znanstveno otkriće „Kreiranje tiskarskih boja za vidljivi i infracrveni spektar“.

INFRAREDESIGN[®] je nastao razvojem znanstvenih istraživanja grafike u vidljivom i nevidljivom dijelu spektra planiranjem skrivenih informacija s konvencionalnim grafičkim tehnikama s obzirom na odaziv bojila u području od vizualnog 400 nm do bliskog infracrvenog spektra Z 1000 nm. Vrijednost Z je

postavljena na 1000 nm [5] budući da su sigurnosni sustavi za detekciju krivotvorina i provjeru upravo na toj valnoj duljini. Istraživanje se proširilo na mjerenja materije, bojila i otisaka uključujući procesna i spot bojila za različite materijale i tehnike tiska. Koriste se svojstva apsorpcije svjetla tiskarskih bojila u dva spektralna područja: vizualnom (400 – 700 nm) i bliskom infracrvenom (700-1000 nm) (Slika 1.)



Slika 1. Spektar V, NIR, Z

Izum **INFRADESIGN**[®], dizajn dvostruke i skrivene slike [6], se primjenjuje u području zaštite ambalaže farmaceutskih i prehrambenih proizvoda, zatim u zaštiti dokumenata [7, 8], vrijednosnica, tiskanica, te na tekstilu [9], koži [10], i na uniformama [11]. Izvodi se u standardnim konvencionalnim tehnikama tiska; digitalni tisak, offset, flexo tisak [12], u jednom prolazu kroz tisak sa standardnim bojilima i procedurama bez dodavanja novih faza u postupku izrade.

2. INTERAKCIJA AMBALAŽE S KRAJNJIM KORISNIKOM

Prilikom procjene uspješnosti ambalaže važna je njezina interakcija sa krajnjim korisnikom. Dizajn i marketing imaju važnu ulogu u sustavu pakiranja, a ugradnja interaktivnih komunikacijskih i sigurnosnih elemenata pruža dodanu vrijednost proizvodu. Primjenom proširenog prostora dizajna omogućeno je rasterećivanje prostora u vizualnom spektru i ugradnja skrivenih poruka i informacija. Informacije koje se odnose na autentičnost i individualizaciju ugrađuju se u bliskom infracrvenom spektru [13] na valnoj duljini Z 1000 nm.

U svrhu pohrane većeg broja podataka za automatsko strojno i optičko čitanje projektiraju se kodirane informacije u smislu skrivenih i dvostrukih 1 D i 2 D interaktivnih kodova. U izvedbi **INFRADESIGN**[®] dobivaju novu komponentu sigurnosti, individualizacije u vizualnom i infracrvenom spektru.

Prilikom planiranja realizacije i krajnje izvedbe ambalaže važno je poštivanje svih zakonskih propisa kako bi se zadovoljili zahtjevi i standardi u pakiranju i obilježavanju posebno farmaceutskih i prehrambenih proizvoda. Primjenom **INFRADESIGN**[®] -a poštuju se svi standardi interakcije ambalaže s proizvodom budući da se izvedba provodi u standardnim kontroliranim uvjetima, sa uobičajenim bojilima i tehnikama tiska, offsetnog i flexo tiska. Dvostruka slika ugrađuje se u postupku projektiranja grafike na računalu, a preduvjet je određivanje bojila blizanaca za svaku određenu tehniku tiska i to za postizanje spot boja i kolor reprodukcija u boji. Kao preporuka za praćenje i razumijevanje određenih dvostrukih informacija namijenjenih krajnjem korisniku postavlja se i prezentacija ambalaže u multimedijском okruženju snimljene ZRGB kamerom [14]. **INFRADESIGN**[®] predstavlja novost u aktivnom pakiranju i razvoju sigurnosne komponente unutar ambalaže kao doprinos kvaliteti i sigurnosti hrane i farmaceutskih proizvoda.

3. PREDNOST INFRADESIGN[®] Z OZNAČAVANJA NA AMBALAŽI

Spajanje dvije slikovne informacije provodi se sa CMYKIR matematičkim modelom [15] koji ima parametre ovisne o svojstvima materijala – nosiocu infrared dizajna. Različita svojstva materijala kao što

su boja, papir, tehnika tiska, utječu na provođenje programskog modela i stvarnje dvostruke slike. Nakon postavljene i testirane metode za određenu tehniku tiska provodi se individualizacija grafike pomoću generatora niza slučajnih brojeva. Na ovaj način omogućen je novi pristup oblikovanju ambalaže, dizajnu informacija koje ambalaža nosi. Potrebno je naglasiti da pritom nije porebno mijenjati „dizajn brenda“ – grafiku, logotip i boje. Dodaje se grafika u infracrvenom području skrivena od naših očiju, koja predstavlja dodanu vrijednost.

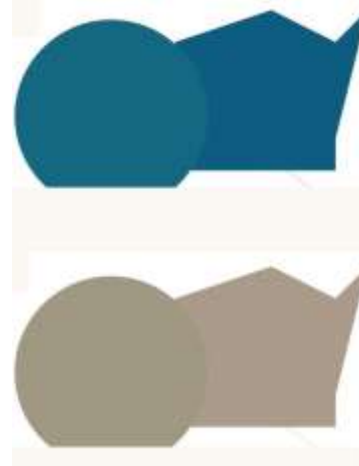
INFRADESIGN[®] predstavlja proširenje vrijednosti grafičkog rješenja s novom, dodatnom informacijom i nov postupak u zaštiti upakiranog proizvoda.

Nova **INFRADESIGN**[®] pametna rješenja na ambalaži respektiraju nove trendove: prozirnu ambalažu, linijsku grafiku, individualizirane rasterske elemente. Infradesign grafička rješenja mogu se realizirati na kartonu, valovitoj ljepenki, drvetu, metalu, koži i plastici. U svim tehnikama tiska od ofseta, digitalnog tiska do sitotiska.

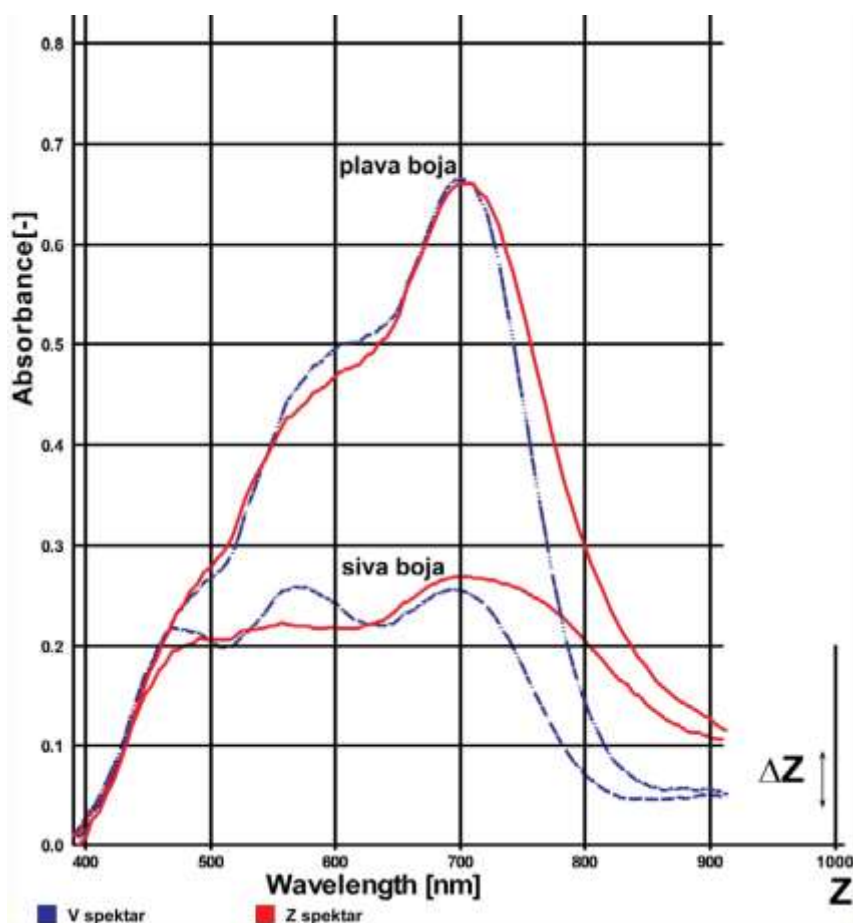
S **INFRADESIGN**[®]-om (IRD) su postavljena nova pravila miješanja i primjene bojila blizanaca u grafičkoj industriji ambalaže. Blizance bojila u IRD tehnologiji [16] smo nazvali V (400 – 700 nm) i Z (1000 nm). IRD koristi standardna bojila iz tiskarskog asortimana s kojima se tiska ambalaža i koja su prošla sve provjere s obzirom na kontrolu kvalitete. Središnje pitanje u realizaciji dviju slikovnih informacija upućuje na potrebu baratanja s dvije različito zamiješane boje V i Z koje imaju različite vrijednosti u infracrvenom području a u vizualnom V spektru su izjednačene s Delta-E manjim od tri. Iterativnim postupkom za svaku određenu tehniku tiska dobivene su boje blizanci odnosno za svaki ton boje V i Z bojila, jednakog doživljaja boje a posve različitog sastava. Dva različita sastava bojila definirana kao procesna ili spot bojila projektirana su kako bi stvorila istovjetnost u vizualnom spektru te različito, planirano, zadano odazivanje u bliskom infracrvenom spektru na Z 1000 nm. Miješanje bojila za IRD postupak može se provoditi ili u samom činu tiska na tiskarskom stroju, ili u komponiranju grafičke pripreme ili u izradi tiskovne forme.

Na Slici br. 2 su data dva blizanca: plava boja i siva boja, a na slici br. 3 njihova spektralna analiza apsorpcije svjetla u rasponu od vizualnog (V: 400 - 700 nm) do prvog dijela bliskog infracrvenog spektra (NIR 700 - 1000 nm) za ta dva blizanca.

Spektralna analiza apsorpcije svjetla u rasponu od vizualnog (V: 400 - 700 nm) do prvog dijela bliskog infracrvenog spektra (NIR 700 - 1000 nm) dokazuje „zadovoljavajuću jednakost“ istog bojila u vizualnom spektru i jednakost ΔZ



Slika. 2. Plavi i sivi blizanci



Slika 3. Spektroskopija plavih i sivih blizanaca

veličinu na 1000 nm za različita bojila. Ova metoda predstavlja grafički alat za kreiranje tiskovne forme s namjenom istovremenog projektiranja i promatranja dviju nezavisnih informacija. V/Z tisak štiti te dvije informacije koje su nastale kao zajedništvo. Jedna slika bez druge ne može opstati. Također ovakve grafike ne mogu se skeniranjem razdvojiti s namjerom ponovne valjane V/Z reprodukcije. Data su dva blizanca i njihovi spektrogrami: plava boja i siva boja. Oba blizanca imaju jednake vrijednosti apsorpcije svjetla u Z točki na 1000 nm. Jednake su im vrijednosti ΔZ razlike apsorpcije svjetla u točki ΔZ bliskog infracrvenog spektra. Područje od 700 do 800 nm je "prijelazno područje" gdje se vrijednosti apsorpcije svjetla razdvajaju na V i Z stanja. Zbog tog su razvijeni Z-filter uređaji koji veoma dobro razdvajaju vizualni i infracrveni spektar. Razvijene su i ZRGB kamere koje mogu trajno zabilježiti dvije V/Z slike.

4. ZAŠTITNI INFRAREDESIGN KODOVI NA AMBALAŽI

S primjenom **INFRAREDESIGN**[®]-a uvedena je mogućnost dizajna zaštitnih kodova na ambalaži, kodova u boji, skrivenih kodova i dvostrukih kodova. Kodovi su se većinom tiskali kao jednobojni, crni. Nisu bili sastavni dio dizajna. Čitaju se barcode čitačima na 720 nm što pripada bliskom infracrvenom području NIR.

Ambalaža dizajnirana po principu **INFRAREDESIGN**[®] sadrži čitav niz individualiziranih 1D i 2D kodova koji mogu biti samostalni, ugrađeni u postojeću grafiku, vidljivi, nevidljivi – skriveni u infracrvenom Z području, dvostruki koji štite jedan drugog. Svi su strojno čitljivi putem optičkih, barcode ili IRD čitača iz koncepta IRD Mark. Mogu sadržavati velik broj individualiziranih podataka o proizvodu, ujedno predstavljaju zaštitu od krivotvorenja. Kodovi koji su ugrađeni na više pozicija na ambalaži omogućavaju brži prolaz kroz automatske čitače. Skeniranjem i printanjem krivotvorine gubi se IRD[®] informacija.

Prilikom dizajniranja dvostrukih **INFRAREDESIGN**[®] kodova [17] potrebno je za prvi kod planirati svojstva bojila za vizualni spektar, ali s odsutnošću upotrebe bojila koja se odazivaju u Z valnoj duljini na 1000 nm. Drugi kod, nevidljiv za naše oči je sastavljen od bojila koja se odazivaju na Z 1000 nm kako bi ih Z kamera prepoznala. Dva koda na istom mjestu programiraju se vodeći računa o svojstvima bojila i apsorpciji svjetla u rasponu od 400 do 1000 nm (Slika 4 i Slika 5.). Predstavljen je novi koncept projektiranja dvodimenzionalnih kodova gdje se uz dizajn i individualizaciju vidljivog koda ugrađuje skriveni kod unutar vidljivog koda.

U vidljivom dijelu spektra očitava se tekst, naslov rada: „Zastita ambalaze i grafickih proizvoda u infracrvenom spektru **INFRAREDESIGN**“. Kodovi se čitaju putem barcode čitača i optičkih čitača kao što su i – nigma i Neo reader.

U infracrvenom dijelu spektra na 1000 nm očitava se tekst, naslov rada: „20. MEDUNARODNI SIMPOZIJUM IZ OBLASTI CELULOZE, PAPIRA, AMBALAZE I GRAFIKE Zlatibor, Srbija“. Skriveni kodovi čitaju se preko ZRGB kamere unutar IRD Mark sustava.

Postignuti su dobri rezultati jako šarenih kodova (Slika br. 6.). Prednosti dizajniranih autorskih kodova su automatska verifikacija,



Slika. 4. Dvostruki kod **INFRAREDESIGN**[®] - Zlatibor, VS



Slika. 5. Dvostruki kod **INFRAREDESIGN**[®] - Zlatibor, Z 1000 nm

interaktivnost, individualizacija u dizajnu i informacijama te zaštita ambalaže.

Primjenom IRD šarenog, skrivenog, implementiranog infracrvenog koda na ambalaži i ugradnjom više kodova moguće je brže automatsko očitavanje informacija. Ovakav princip vodi prema automatskom očitavanju i očitavanju unutar „tunela“ sa barcode čitačima, gdje bi kupac mogao poslati proizvod u tunel u kojem se proizvod automatski očitava. Nevidljiv IRD kod je ujedno i nova vrsta zaštite proizvoda koja se uključuje u standardno čitanje kodova. Zaštićeni IRD kod ne može se reproducirati, skeniranjem se gubi IRD informacija. Krivotvoreni kod je strojno odbijen. Kodovi su do sada bili informacijski i skladišni problem. U skrivenim IRD kodovima je sadržano nekoliko razina informacija o originalnosti i distribuciji proizvoda ali i zaštita.



Slika. 6. Individualizirani šareni **IRD**[®] kod - CPA&G TMF

Bojila se različito odazivaju u infracrvenom spektru koje ima posebno mjesto u području prepoznavanja barkodova, posebno onih uređaja koji se nalaze na blagajnama trgovina. Novost je da kodovi mogu biti ugrađeni u samu sliku – grafiku, vidljivi ili potpuno nevidljivi na ambalaži, kao i na tekstilu. Nevidljivi IRD barkodovi u šarenim i monokromatskim izvedbama i šareni IRD[®] kodovi aplicirani na šarenim podlogama i dalje su čitljivi. Vidljivi kodovi čitaju se svim barkod čitačima a danas i smart phone uređajima s kamerom i aplikacijom za optičko čitanje (i-nigma, Neo reader i dr.). Za barkod čitače projektirana su bojila koja se u NIR-u odazivaju samo do 720 nm. Skriveni kodovi u Z vrijednostima čitaju se preko ZRGB kamere i IRD Mark sustava.

5. ZAKLJUČAK

Ambalaža sa skrivenom **INFRADESIGN**[®] grafikom je jedinstvena i neponovljiva. Ne postoje skanerski postupci, procedure snimanja, razlučivanja dviju slika V i Z stanja a s ciljem postizanja IRD reprodukcije. Na ovaj način se štite svi u lancu proizvodnje i distribucije proizvoda; naručitelj, izdavač, dizajner, projektant, tiskara, transporter, skladište, trgovina. Primjenom IRD-a kroz ugradnju individualiziranih zaštitnih elemenata s oznakom serije i namijenjenog tržišta, te individualiziranih kodova direktno se utječe na uspješnost distribucije a samim time i na ocjenu i vrednovanju učinkovitosti ambalaže. Svako novo izdanje ambalažnog proizvoda ima novu sakrivenu Z informaciju, a bez utjecaja na pitanje održavanja „brenda“ u vizualnom doživljaju grafičkog rješenja. Tiskara na primjer može ugraditi svoje oznake u fazi realizacije ambalaže, ne dirajući brend već prvenstveno radi zaštite i dokazivanja autentičnosti.

INFRADESIGN[®] označavanje je neprimjetno, nenametljivo i predstavlja određenu razinu tajnovitosti. To je spoj istraživanja materije bojila, različitih tehnika tiska i potrebe za osiguravanjem ambalaže. Uključuje potpuna znanja o grafičkoj industriji i predstavlja novi smjer u dizajnu i izradi ambalaže. Proces planiranja dizajna sa ugradnjom dodanih vrijednosti u informacijskom i zaštitnom smislu utječe na kvalitetu dizajna kao i na konačni projekt plasiranja proizvoda na tržište.

LITERATURA

1. The Future of Global Packaging to 2018, Smithers PIRA Publications, www.smitherspira.com/products/market-reports
2. K. Pap, I. Žiljak, J. Žiljak Vujić, "Image Reproduction for near Infrared Spectrum and the Infraredesign Theory", Journal of Imaging Science and Technology, Vol. 54, No. 1, (2010), p. 1-9, ISSN 1062-3701 (CC, SCI, SCI-Expanded)

3. Patent: "Infrared printing with process colors", V. Žiljak, I. Žiljak, K. Pap, J. Žiljak-Vujić, P20080466A (2008), Croatian State Intellectual Property Office, European Patent Office, EP2165844, worldwide.espacenet.com
4. Patent: "Dual detection ZRGB apparatus", V. Žiljak, I. Žiljak, K. Pap, J. Žiljak-Vujić, P20100451A
5. V. Žiljak, K. Pap, I. Žiljak-Stanimirović, J. Žiljak-Vujić, "Managing dual color properties with the Z-parameter in the visual and NIR spectrum", *Infrared physics & technology*, Elsevier B.V., Volume 55, Issue 4, (2012), p. 326-336, ISSN: 1350-4495. (CC, SCI, SCI-Expanded)
6. V. Žiljak, K. Pap, I. Žiljak, "Infrared Hidden CMYK Graphics", *The Imaging Science Journal*, Vol. 58, No.1, (2010), p. 20-27, ISSN: 1368-2199 (CC, SCI Expanded)
7. I. Žiljak, K. Pap, J. Žiljak Vujić, "The Print of the Double Picture and Infrared design in the Space of the Security Graphics"; *Proceedings of the 36th International Research Conference of IARIGAI, Advances in Printing and media technology*, Stockholm, Published by the International Association of Research Organizations for Information, Media and Graphic Arts Industries, Darmstadt, Germany, (2009), p. 445-448, ISBN: 978-3-9812704-1-0
8. I. Žiljak, J. Ž. Vujić, K. Pap, "Design of Security Graphics with Infrared Colours", *International Circular of Graphic Education and Research Journal 2* (2009), p. 24-31, Published by the International Circle of Educational Institutes for Graphic Arts, Technology and Management, Moscow State University of Printing Arts, Moscow, Russia, ISSN 1868-0712
9. I. Žiljak, K. Pap, J. Žiljak Vujić: "Infrared Design on Textiles as Product Protection", *Tekstil*, Vol. 58, No. 6, (2009.), p. 239-253, ISSN 0492-5882 (SCI Expanded, IF 0.050)
10. I. Žiljak Stanimirović, I. Akalović, J. Žiljak Vujić: "Design and Print of Hidden Information on Leather with Spot Inks That Have Known Z Factor", *16th International Conference on Printing, Design and Graphic Communications Blaž Baromić 2012*, Senj, Hrvatska; (2012.) p. 479-490, ISSN:1848-6193, ISBN: 9771848169006
11. Ivana Ž. Stanimirović, Jana Ž. Vujić, Nikolina Stanić Loknar, „Marking of the camouflage uniform for visual and near infrared spectrum“ *Technics Technologies Education Management*, Vol. 8, No3 (2013), p. 920-927, ISSN 1840-1503
12. M. Frišćić, I. Žiljak Stanimirović, J. Žiljak Vujić: "Infrared Technology In Flexographic Printing With Spot Colors", *16th International Conference on Printing, Design and Graphic Communications Blaž Baromić 2012*, Senj, Hrvatska; (2012.), p. 503-512, ISSN1848-6193, ISBN 9771848169006
13. J. Žiljak-Vujić, I. Žiljak-Stanimirović; O. Međugorac; „Hidden information in visual and infrared spectrum, (2012.), *Informatologia*, Vol. 45, No. 2, p. 96 – 102, ISSN: 1330-0067 (Inspec, Scopus)
14. V. Žiljak, K. Pap, I. Žiljak Stanimirović, "Development of a Prototype for ZRGB Infrared design Device", *Technical Gazette*, Vol.18, No.2, (2011), p. 153-159, ISSN: 1330-3651 (SCI-Expanded, IF 0.083)
15. V. Žiljak, K. Pap, I. Žiljak, "CMYKIR Security Graphics Separation in the Infrared Area", *Infrared Physics and Technology*, Vol. 52., No. 2-3, Elsevier B.V. (2009), p. 62-69, ISSN 1350-4495 (CC, SCI, SCI-Expanded)
16. I. Žiljak Stanimirović, J. Žiljak Vujić, M. Matas: "Infrared Colorants as Twins for Security Printing of Documents and Securities", *45th Conference of the International Circle of Educational Institutes for Graphic Arts Technology and Management (IC)*, Toronto, Canada (2013.), p. 28-35. ISSN1868-0712
17. I. Žiljak Stanimirovic, A. E. Politis, N. Stanic Loknar, K. Janko: "*The future of print, online and mobile media with use of individualized QR codes in V and NIR spectrum*", *46th Annual IC International Conference on Graphic Arts and Media Technology, Management and Education*, Athens Greece (2014.), p. 71-78, ISBN 978-618-81734-0-8

Corresponding author:

Izv. prof. dr. sc. Ivana Žiljak Stanimirović
Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet
Getaldićeva 2
10 000 Zagreb
Hrvatska

e- mail: ivana.ziljak.stanimirovic@gmail.com

e- mail: ivana.ziljak.stanimirovic@grf.hr

www.ziljak.hr

www.infrareddesegn.net

NEW LABORATORY METHOD FOR PACKAGING RECYCLABILITY DETERMINATION

NOVE LABORATORIJSKE METODE ZA ODREĐIVANJE MOGUĆNOSTI RECIKLIRANJA AMBALAŽE

Janja Zule¹, Mija Sežun¹, Marjeta Černič²

¹ Pulp and Paper Institute Ljubljana, Slovenia

² DITP, Pulp and Paper Engineers and Technicians Association of Slovenia, Ljubljana, Slovenia

Abstract

An improved laboratory method for recyclability determination of paper based packaging products has been developed and validated within the EcoPaperLoop project. It enables quantitative evaluation of the most important recyclability parameters, such as non-paper components, difficult to disintegrate material or flakes, sticky impurities, fiber yield and optical homogeneity. Typical paper, board and composite packaging products from slovenian producers have been evaluated for recyclability properties according to the new EcoPaperLoop methodology. Corrugated boxes, folding boxboard, wound and molded packaging samples proved to have highest recyclability potential while on the other hand shopping bags with handles, composite sacks and liquid packagings contained exceeded concentrations of unwanted components and insufficient portion of fibers.

Key words: packaging, recyclability, non-paper components, flakes, macro-stickies, fiber yield

Izvod

Poboljšani laboratorijski metod određivanja stepena reciklaže papirnih ambalaža je razvijen i validiran u sklopu projekta EcoPaperLoop. On omogućava kvantitativnu procenu najvažnijih parametara stepena reciklaže, kao na primer komponente koje nisu od papira, materijali koji se teško raspadaju, lepljive nečistoće, prinos vlakana i optička ujednačenost. Mogućnost reciklaže tipičnih papirnih, kartonskih i kompozitnih ambalažnih proizvoda od slovenačkih proizvođača bila je ispitana po novoj metodologiji projekta EcoPaperLoop. Uzorci od talas-kartona, hromo kartona, omotnih i livenih pakovanja su pokazali veliki potencijal za reciklažu, dok su, sa druge strane, kese sa ručkom, kompozitni džakovi i pakovanja tečnih proizvoda sadržavali preveliku koncentraciju neželjenih komponenti i premali udeo vlakana.

Ključne reči: ambalaža, pogodnost za reciklažu, ne papirne komponente, ljuspice, prinos vlakana

1. INTRODUCTION

Paper and board recycling is becoming increasingly important part of the paper industry. Recycling rate in EU has already reached 71,7 % and is further growing. However, the quality of paper for recycling has been deteriorating with increasing recycling rate in recent years, which could be ascribed to the fact that there is more and more packaging products in the recycling loop and less printing and graphic paper. The prerequisite for efficient recycling process is adequate quality of the incoming raw material. Some paper grades and packaging products are not suitable for material conversion due to the contamination or low content of fibers. In order to make the process as productive as possible it is necessary to consider the european list of standard grades, suitable for recycling. It is defined in the standard EN 643:2014 where recyclable paper and board grades are classified into 5 quality classes: ordinary, medium, high, kraft and special. Limitations regarding content of non-paper and total unwanted components are also accurately defined in the mentioned standard. In order for the recycling loop to be efficient, eco-design of the products has to be seriously considered. The latter have to be recyclable, while having minimal environmental impact during their life time. Collection and sorting systems have to be optimized, so that good raw material may not get lost. Unified methodology for recyclability evaluation has to be adopted, in order to have good control over products to be used as secondary raw material. Spreading awareness among different stakeholders of the paper value chain about the importance of the recycling is also extremely important [1, 2].

Paper and board packagings are widely used for transport and protection of various goods. They are predominantly composed of wood originating cellulose fibers, which are renewable, recyclable and biodegradable. The material lifetime may be significantly increased due to the recycling. Consequently less fresh fibers, energy, water and chemicals are consumed which positively impacts environment. The paper, board and packagings, if used as secondary raw materials, do not end up as waste in landfills or within incineration plants but acquire market value, which is very important from economic and environmental point of view. In many packagings fibrous layers are combined with other materials, such as metals, plastics and textiles, in order to attain proper characteristics as for example air, grease and moisture tightness as well as microbial resistivity. This is particularly important for food packagings.

On account of inclusion of other materials in packaging products, the latter become less suitable or in the worst case even unsuitable for material recycling in ordinary paper mills.

Recyclability is defined as capability of separating papermaking fibers from non-paper components, difficult to disintegrate particles (flakes) and sticky impurities (adhesive particles). Their contents should be as low as possible and the yield of fibers high enough to make the whole recycling process economical. Sticky impurities or macro-stickies are remains of applied adhesives. They have to be shear resistant to withstand shear forces during stock preparation and should fragment mostly into particles of adequate size which can be removed during the recycling process [3–8].

So far there has been no unified methodology for packaging recyclability evaluation. Different laboratories used their internal methods. The most known are PTS Method RH 021/97 and ATICELCA MC 501–11. Their main drawbacks are small sample amounts to be tested which makes the samples unrepresentative. The determination of non-paper components and macro-stickies is not accurate enough while the laboratory disintegrating procedure is not quite comparable to real conditions. For this reason a new method for packaging recyclability determination was introduced and validated within the EcoPaperLoop project. The method, which was originally developed at the Technical University in Darmstadt, was tested on numerous packaging products in four different laboratories in different countries. At the same time, quality criteria, that is limit and target values for recyclability parameters of individual packaging product groups, were also proposed.

The newly adopted EcoPaperLoop evaluation methodology and results of the recyclability determination of typical packaging products, produced in Slovenia are presented [9].

2. EXPERIMENTAL

2.1 Samples

Twenty nine (29) paper, board and composite packaging samples from different producers and users were evaluated according to the newly developed EcoPaperLoop laboratory procedure. They were collected directly from the production lines before the contents were filled in and final sealing was applied. Each sample was accompanied with a questionnaire (information on producer, type of product, used raw materials, production technology, surface treatment and adhesives application) for the producers to complete.

The obtained samples were classified into 9 typical product groups: corrugated boxes (ICP-9, ICP-11, ICP-12, ICP-13), folding boxboard (ICP-1, ICP-3, ICP-5, ICP-10, ICP-28, ICP-2, ICP-29), bags with handles (ICP-6, ICP-7, ICP-8, ICP-21), sacks - pure paper (ICP-15, ICP-27), sacks – composites (ICP-4, ICP-14, ICP-16, ICP-20), liquid packaging (ICP-18, ICP-19, ICP-25, ICP-26), molded products (ICP-23, ICP-24), wound packaging (ICP-17, ICP-22). Corrugated boxes were composed of one or double-ply corrugated board, two samples had surface protection. Folding boxboard products were surface treated, two samples for food packaging had inner protective barrier layer. Two bags with handles were made from pure paper while two were composites with plastics. Composite sacks were either composed of paper with plastic window or from layers of paper and plastic. Liquid packaging samples were obtained from users (producers of dairy products and fruit juices). In addition, there were two samples of protective packaging for eggs and bottles (molded) as well as rolls for toilet paper and gift boxes (wound).

2.2 Recyclability determination

First dry content and adherend ratio of the sample were determined. The latter was calculated from the ratio between the mass of cut out adhered surfaces and the mass of the total sample.

480 g of dry sample was taken for the analysis in such way that the ratio between adhered surface and total surface remained constant.

The sample was cut to smaller pieces and disintegrated 5 min at 40°C in the laboratory pulper. The amount of water added has to be calculated in order to reach 4 % consistency.

The sample was removed after disintegration from the pulper. 12 l of suspension was processed further. During coarse screening procedure large particles and non-paper components were separated from fiber suspension on 10 mm hole screen. The stirrer was agitated with 200 rpm during the complete screening process. After draining the coarse screener another 12 l of tap water was added and screener was drained again. The remaining fibers were rinsed with 2–5 l tap water. The coarse reject on the hole plate was to be fibre free and represented the non-paper portion of the packaging. It was gravimetrically evaluated after drying at 105°C. The yield after coarse screening was also calculated by subtracting the mass of coarse reject from the mass of packaging.

The fiber suspension after coarse screening was used for ash determination as well as for the analysis of flakes and macro-stickies. It was diluted to approx. 1 % concentration and homogenized by mixing. The content of flakes was determined according to the method ZELLCHEMING Leaflet V/18/62. Portions of suspension, containing 2 g of dry material were screened on the Brecht-Holl screener, using 0,7 mm hole sieve. The residue from the sieve was filtered and gravimetrically evaluated.

The filter residue from the consistency determination of fiber suspension after coarse screening was incinerated at 525°C and ash content determined according to ISO 1762:2001. Fiber yield was calculated from the total yield after coarse screening while taking into account ash content.

Macro-stickies were determined in fiber suspension after removal of coarse reject in accordance with the INGEDE Method 4. Adequate portions of fiber suspension containing 10 g of dry material were screened for 5 min on the Sommerville screener by which 100 µm slot sieve was used. Before screening the portions were diluted to approx. 1 % consistency. The residue on the sieve was quantitatively transferred onto filter paper which was dried and stained with black ink and dried again. Aluminium powder was spread over the black surface. The powder adsorbed at 94°C only on sticky particles. The remaining surface remained inert. By this a contrast image of white spots (macro-stickies) on black background was produced. The spots were quantified by image analysis using the DOMAS system, which enabled counting of sticky particles with diameters between 100 µm and 200 000 µm. Particle areas were also calculated and the final results were expressed as area of macro-stickies in mm² per kg of product. Image analyses were performed in five replicates and the result is the average value. Fiber suspension after screening through 100 µm sieve was also used for preparation of laboratory sheets according to ISO 5260–2. The latter were used for visual evaluation of optical homogeneity.

The EcoPaperLoop laboratory procedure for packaging recyclability evaluation is presented on Figure 1.

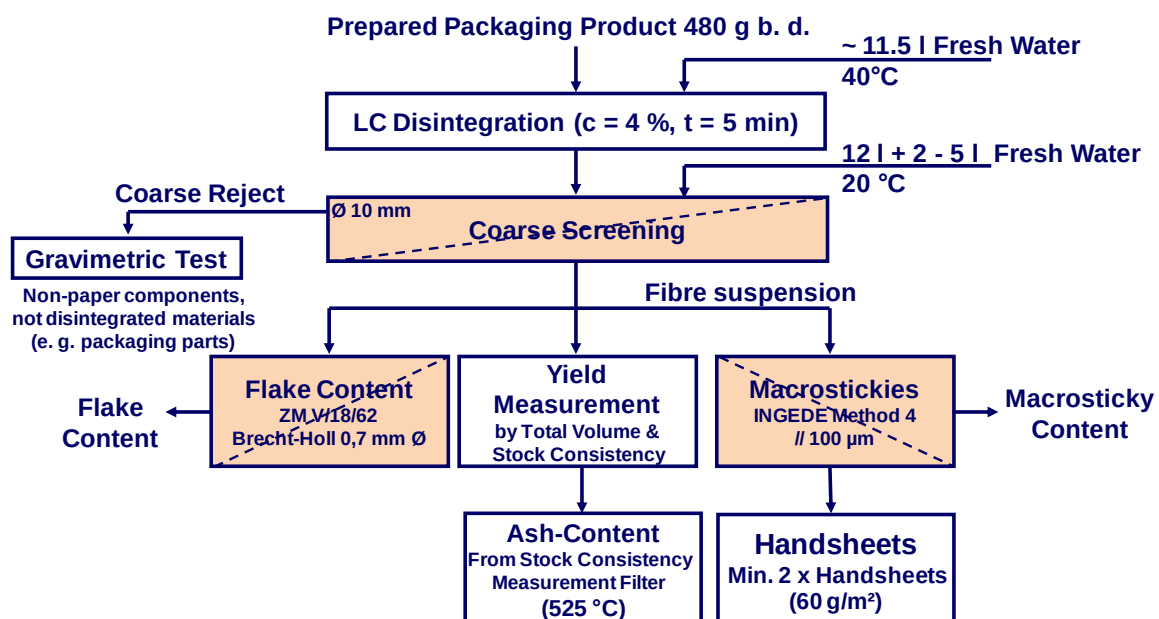


Figure 1. EcoPaperLoop method for the evaluation of packaging recyclability

3. RESULTS AND DISCUSSION

Individual sample groups which were tested at the Pulp and Paper Institute differed significantly according to the measured recyclability parameters. The results of the content of non-paper components, flakes and fiber yield are presented in figures 2 to 4 while the concentrations of macro-stickies are collected in figure 5.

3.1 Content of non-paper material, flakes and fiber yield

Corrugated boxes and folding boxboard samples exhibited good recyclability (figure 2). There were some slight deviations from the proposed maximal or minimal values which are for this type of packaging: non-paper materials < 20 %, flakes < 20 % and fiber yield > 70 %. Sample ICP-13 had higher amount of flakes, reaching 35 %, while ICP-1 and ICP-2 had lower fiber yields (69 %).

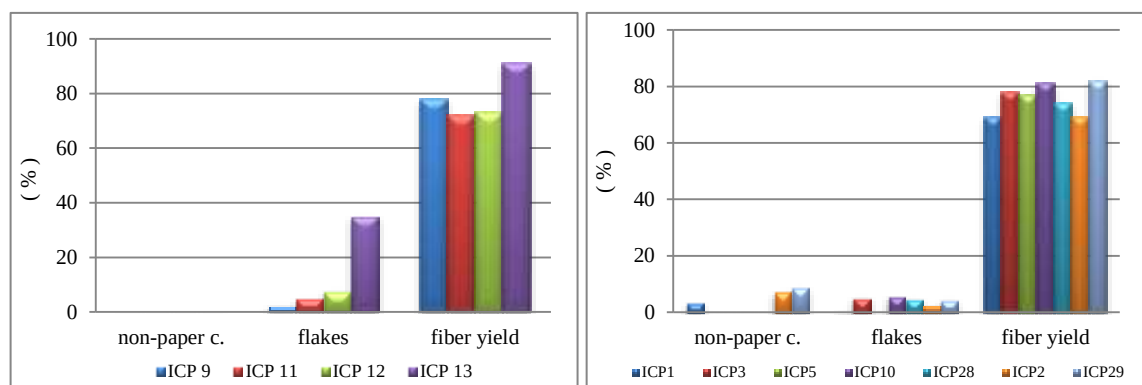


Figure 2. Recyclability parameters of corrugated boxes (left) and folding boxboard (right)

The proposed maximal and minimal values of recyclability parameters for shopping bags with handles are: non-paper materials < 20 %, flakes < 20 % and fiber yield > 50 %. The latter is lower than in the case of corrugated boxes as many products on the market consist of composite layers. Paper is covered with plastic foils in order for the product to be stronger and have nicer look. The samples ICP-26 and ICP-21 contained all the same lower fiber yields – 49 % and 46 %. Other parameters were within prescribed limits. The results are presented in figure 3 (left).

There were more deviations of the recyclability parameters from the proposed limit values in the categories paper sacks and composite sacks. The proposed values are: non-paper materials < 20 % (paper sacks) and < 50 % (composite sacks), flakes < 20 % and fiber yield > 50 % (paper sacks) and > 40 % (composite sacks).

ICP-15 (paper sack) had exceeded concentration of flakes (24 %), while composite sacks demonstrated substantial discrepancy from the agreed limits. The sample ICP-4 (with PE foil) contained too much non-paper materials (66 %) and too low fiber yield (22 %). The similar sample ICP-14 had adequate recyclability parameters, except flake content which amounted to 42 %. The most outstanding was the sample ICP-16 (paper sacks with plastic window), which was 100 % unrecyclable. The material could not be disintegrated at all under experimental conditions and was left as coarse reject on the sieve. The base paper was produced from unbleached softwood sulfate pulp. Such paper, which contains high portion of non-cellulose material (lignin) is not suitable for recycling within ordinary procedures (as for example deinking). Another similar composite sack sample (bleached cellulose fibers) with plastic window (ICP-20) was much better, however its flake content was exceeded all the same (27 %). The results are presented in figure 3 (right).

The proposed limit values for liquid packaging are: non-paper material < 50 %, flakes < 20 %, fiber yield > 50 %. The analysis indicated that all four samples were quite similar with the exception of ICP-25, which was totally unrecyclable (100 % coarse reject). It is rather typical for this kind of packaging to contain too much non-paper material (aluminium and polyethylene foils), namely over 60 % and not enough fibers (less than 40 %). The contents of flakes were also substantially exceeded in two cases. Liquid packaging belongs to special paper grades, which could be recycled only if special technological approach is used. The results are presented in figure 4 (left).

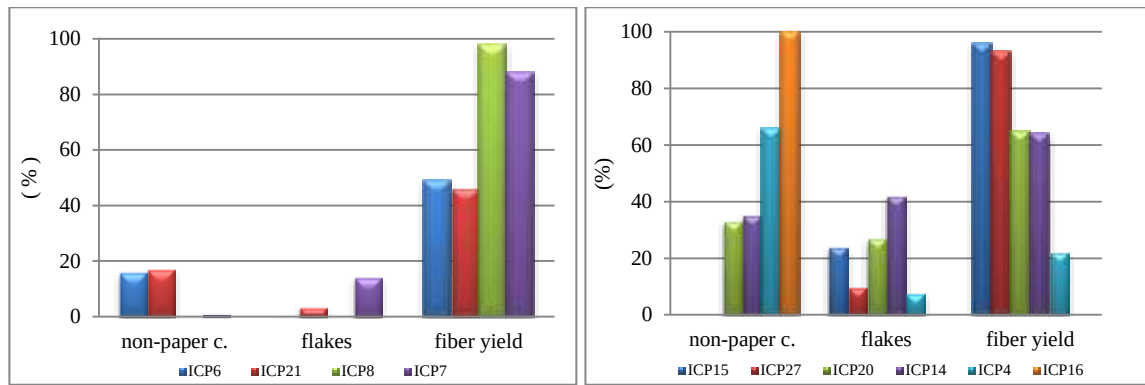


Figure 3. Recyclability parameters of bags with handles (left) and paper and composite sacks (right)

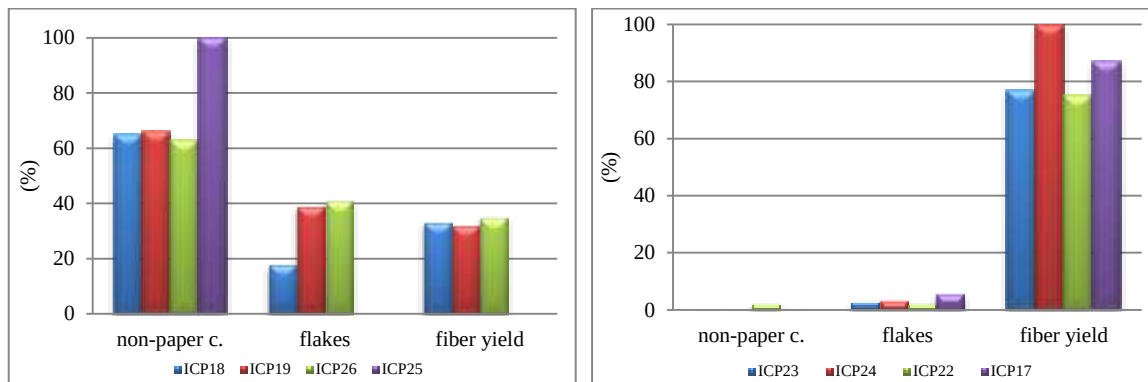


Figure 4. Recyclability parameters of liquid packaging (left) and molded and wound packaging (right)

Molded and wound packaging samples demonstrated good recyclability properties (low content of non-paper material and flakes and high content of fibers), which is evident from the figure 4 (right).

3.2 Content of macro-stickies in packaging samples

The proposed limit values for sticky particles, smaller than 2000 μm , slightly differ according to the type of packaging. The highest permissible concentration is 2000 mm^2/kg for liquid and molded packagings, 5000 mm^2/kg for corrugated boxes and folding boxboard, 10.000 mm^2/kg for paper and composite sacks and 20.000 mm^2/kg for shopping bags and wound packagings. The results of smaller than 2000 μm macro-stickies determination are presented in figure 5.

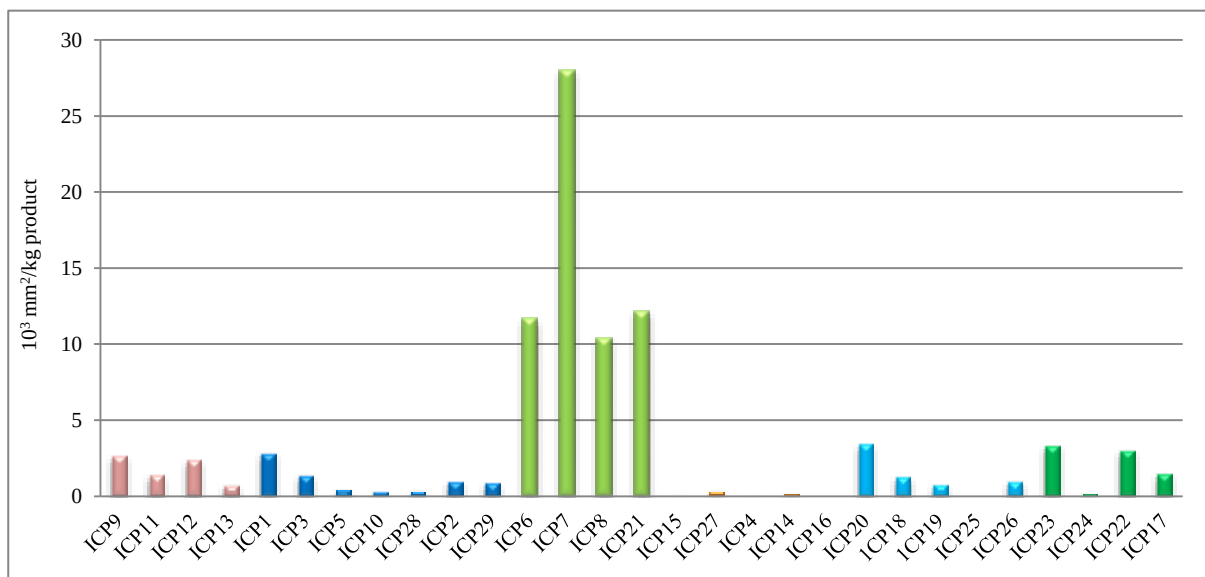


Figure 5. Content of sticky particles, smaller than 2000 μm in all packaging samples

High contents of macro-stickies were observed in all samples of shopping bags with handles (ICP6, ICP-7, ICP-8 and ICP-21), however only in one case (ICP-21) was the limit value exceeded. Unusually high values are due to higher adherend ratios (bigger surfaces with adhesives application) as well as the use of hotmelts and dispersion adhesives which are not water soluble and do not disintegrate easily. It has to be emphasized that bigger sticky particles could be removed from the production line by screening while smaller particles (<2000 µm) remain in the system and often cause technological problems.

3.3 Optical homogeneity of obtained fibers

Optical homogeneity of laboratory sheets, prepared from fiber suspensions after macro-stickies removal was more or less good, except in the case of samples ICP-10 and ICP-29 (folding boxboard), where some impurities were observed.

4. CONCLUSIONS

From 29 packaging samples, which were analysed according to the new EcoPaperLoop method, 16 products were not recyclable. The most problematic were shopping bags with handles due to high contents of sticky impurities as well as composite sacks and liquid packagings due to high amount of non-paper material (coarse reject) and low fiber yield. Two products were even 100 % unrecyclable.

As more and more different packaging products are coming on the market, it is very important that they should be manufactured according to eco-design, which means good recyclability and minimal environmental impact. A great challenge for the future is development of advanced and multifunctional packaging materials with adequate barrier characteristics which may replace poorly recyclable and unsuitable ones. Further development of light composite materials with improved thin barrier layers from special coatings and foils is to be expected. Environment friendly adhesive applications will have to replace inappropriate ones. Recycling of recyclable materials and reduction of waste amounts is a sustainable perspective of European economy.

ACKNOWLEDGEMENT

The research was performed within the EcoPaperLoop project – ECO Design for the Enhancement of Central Europe PAPER based Products Recycling LOOP, which was cofinanced by European Regional Development Fund (ERDF) for the period 2013–2014.

LITERATURE

- [1] COST Action E48 – The Future of Paper Recycling in Europe: Opportunities and Limitations, The final report of COST Action E48 „The Limits of Paper Recycling“, COST Office 2010, Dostopno na: <http://www.cost-e48.net/thebook.htm>
- [2] SIST EN 643:2014: Papir, karton in lepenka – Seznam evropskih standardnih vrst papirja, kartona in lepenke za recikliranje (*Paper and board – European list of standard grades of paper and board for recycling*)
- [3] PUTZ, H. J.: Recyclability of Paper and Board products, IPW 4 (2007) 37–43
- [4] NAZHAD, M. M.: Recycled Fiber Quality – a review, Journal of Industrial and Engineering Chemistry 11 (2005) 3: 314–329
- [5] OKAYAMA, T. The effect of recycling on pulp and paper properties, Japan TAPPI Journal 56 (2002) 7: 62–68
- [6] HOWARD, R. C. The effect of recycling on paper quality, Journal of Pulp and Paper Science 16 (1990) 5: J143–J149
- [7] PUTZ, H. J. Stickies in recycled fiber pulp v Recycled Fiber and Deinking (Book 7) iz serije Papermaking Science and Technology, Götsching, J., Pakarinen, H. (Editors), Fapet Oy, 2000, Finland: 441–497
- [8] ZULE, J., ČERNIČ, M. GREGOR-SVETEC, D. Določanje reciklabilnosti papirne in kartonske embalaže, Papir 42 (2014) 10: 36–40
- [9] PUTZ, H. J., RUNTE, S. Training School. Recyclability of packaging products. Seminar. Ljubljana, 23. januar 2014, <http://www.ecopaperloop.eu/semi-lj.html>.

Komercijalna prezentacija-Commercial presentation

CORRUGATED BOARD TESTING

TESTIRANJE TALAS KARTONA

Erik Teunissen

Lorentzen & Wettre (a member of the ABB Group), Kista, Sweden



Corrugated board testing

Čigota, Zlatibor, June 2015

Erik Teunissen

Area Sales Manager, Lorentzen & Wettre



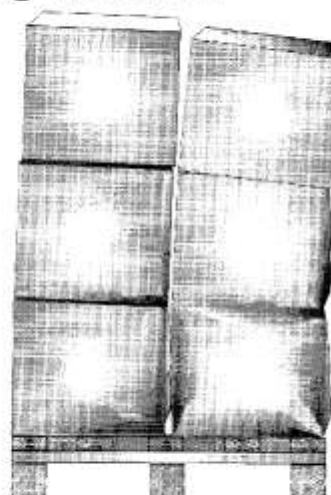
AMF d.o.o.

Main types of problems in the manufacture of corrugated board

- flatness of blanks
 - the glueing of board
 - the thickness of the board
 - leaning flutes
 - wash boarding
 - the dimensional accuracy of the blanks
 - the regularity of the plies
 - the presence of blanks with defects
 - cracking
-

Important tests on the packaging material

- ◆ Degree of protection
- ◆ Runnability at the converter
- ◆ Containibility
- ◆ Transport requirements



Stackability of the boxes:

The ability of a container to resist compressive forces during transport and storage

- edge compression test
- bending stiffness



Containability

the ability of a container to resist external or internal mechanical stresses

- bursting strength
- puncture resistance
- flat crush resistance



Corrugated board properties

<u>Property</u>	<u>Importance</u>
• <i>Burst (Mullen)</i>	<i>Shipping regulations</i>
• <i>Puncture Tests</i>	<i>Shipping regulations</i>
• <i>Edge Crush Test</i>	<i>Shipping reg./ Top-to-bottom Compression</i>
• <i>Bending (flexural) stiffness</i>	<i>Top-to-bottom Compression</i>
• <i>Flat Crush Test</i>	<i>Compression retention</i>
• <i>Thickness (Caliper)</i>	<i>Compression retention</i>
• <i>Pin Adhesion</i>	<i>Compression/ construction failure</i>

Material properties linerboard

<u>Property</u>	<u>Importance</u>
• <i>Basis weight (grammage)</i>	<i>Shipping regulations</i>
• <i>Caliper (Thickness)</i>	<i>Bending (flexural) stiffness</i>
• <i>Burst (Mullen)</i>	<i>Shipping regulations</i>
• <i>CD Ring Crush</i>	<i>Top-to-bottom compress.</i>
• <i>CD Compress.strength, STFI</i>	<i>Top-to-bottom Compress.</i>
• <i>Tensile strength</i>	<i>Slip-sheet applications</i>
• <i>Tensile stiffness</i>	<i>Bending (flexural) stiffness</i>
• <i>Sizing (water absorption)</i>	<i>Gluing and printing</i>
• <i>Internal bond</i>	<i>Manufacturing joints integrity</i>
• <i>Smoothness (Roughness)</i>	<i>Printability</i>
• <i>Air permeance</i>	<i>Material handling</i>
• <i>Coefficient of friction</i>	<i>Material handling</i>

Material properties corrugating fluting medium

<u>Property</u>	<u>Importance</u>
• <i>Caliper (Thickness)</i>	<i>Runnability</i>
• <i>CD Ring Crush</i>	<i>Top-to-bottom Compression</i>
• <i>CD Corrugated Crush</i>	<i>Top-to-bottom Compression</i>
• <i>CD Compress. strength, Compression</i>	<i>STFI Top-to-bottom</i>
• <i>Concora (CMT)</i>	<i>Flat Crush Strength</i>
• <i>MD Tensile strength</i>	<i>Runnability</i>
• <i>MD Stretch</i>	<i>Runnability</i>
• <i>Coefficient of friction</i>	<i>Runnability</i>
• <i>Water penetration</i>	<i>Bonding</i>

Significance Box Compression Test

- The compression forces in the BCT are similar to the forces in a stack of boxes
- The BCT can be used to compare:
 - Different batches of similar boxes
 - Different quality of boxes
 - Different design and construction
- It gives only one number so analysis and trouble shooting may be difficult

SAVREMENE METODE ZA ISPITIVANJE POVRŠINSKIH SVOJSTAVA PAPIRA I KARTONA

MODERN METHODS FOR TESTING THE SURFACE PROPERTIES OF PAPER AND BOARD

André Verhoeven¹, Rinus Maas¹, Predrag Živković²

¹ IGT Testing Systems, Amsterdam, The Netherlands

² Tehnološko-metalurški fakultet, Universitet u Beogradu, Beograd, Srbija

Izvod

Površinska svojstva papira i kartona imaju veliki značaj za podobnost za štampanje kao i za podobnost za transport i obradu papira i kartona u štamparskim i doradnim mašinama. Da bi se dostigao i održao visok nivo kvaliteta papira i kartona, neophodno je da službe kontrole kvaliteta u fabrikama papira i kartona, ali i u velikim štamparijama, primenjuju odgovarajuće metode testiranja. Posebnu pažnju treba primeniti na neka od sledećih površinskih svojstava, koja su kritična za predviđenu namenu papira ili kartona: prašenje, čupanje, apsorpcija boje, glatkoća otiska, hrapavost... Neki od ovih testova se mogu izvesti simulirajući različite tehnike štampanja, ili pod različitim štamparskim uslovima, uz primenu realnih materijala koji će se kasnije koristiti i u proizvodnji. U ovom radu su prikazani: uslovi koje treba da ispuni laboratorijski uređaj za ispitivanje površinskih svojstava papira i kartona; neki od najsavremenijih laboratorijskih uređaja kompanije IGT Testing Systems i neke od standardizovanih metoda za ispitivanje površinskih svojstava papira i kartona.

Ključne reči: papir, karton, površinska svojstva, laboratorijski uređaj za probni otisak, metode testiranja, IGT

Abstract

The surface properties of paper and board are of great importance for printability as well for runability of printed material. In order to achieve and maintain high quality level of paper and board, the proper test methods should be used in QC department of paper or board factory as well in QC department of printing house. A special attention should be paid to some of following surface properties that are critical for intended application of paper or board: linting, picking, oil absorption, print smoothness, roughness... Some tests could be performed simulating different printing technique, or under different printing conditions, using the same raw materials that would be used in regular production. This paper presents: the conditions that laboratory devices for testing the surface properties of paper and board should fulfill; the cutting-edge IGT testing devices for such tests and some of standardized test methods for investigating the surface properties of paper and board.

Key words: paper, board, surface properties, proofer, testing methods, IGT

1. LABORATORIJSKA IZRADA PROBNIH OTISAKA ZA TESTIRANJE

U fabrikama papira i kartona, ali i u velikim štamparijama koje proizvode papirnu i kartonsku ambalažu, potrebno je u toku proizvodnje ili pre početka štampanja ispitati ponašanje papira i kartona u interakciji sa bojom ili nekim standardnim fluidom za testiranje. Da bi rezultati bili reproduktivni i da bi se metode ispitivanja mogle standardizovati, neophodno je koristiti laboratorijske uređaje za izradu probnog otiska, koji mogu da obezbede sledeće:

- Regulisanje debljine sloja boje na valjcima za štampanje;
- Temperaturnu kontrolu valjaka za nanošenje boje, radi postizanja uvek istog viskoziteta boje ili standardizovanog fluida za testiranje;
- Regulisanje brzine rotacije valjaka za štampanje, odnosno brzine štampanja;
- Regulisanje sile između valjaka za štampanje, odnosno pritiska štampanja;
- Mogućnost izbora između režima štampanja konstantnom ili rastućom brzinom;

- Mogućnost programiranja načina štampanja u pogledu broja ciklusa koji će da naprave valjci za štampanje, trajanja prekida između dva ciklusa, kao i ugla koji valjci naprave u jednom ciklusu ili delu ciklusa štampanja;
- Mogućnost simuliranja različitih postupaka štampanja (flekso, ofset, rotaciona duboka štampa, reljefna duboka štampa – *intaglio*).

2. LABORATORIJSKI UREĐAJ ZA IZRADU PROBNOG OTISKA I TESTIRANJE SVOJSTAVA PAPIRA I KARTONA IGT AMSTERDAM

Zahteve navedene u tački 1. u potpunosti ispunjava najnovija serija uređaja IGT AMSTERDAM. Ovi kompjuterski kontrolisani uređaji mogu da prave probne otiske u više boja, simuliraju štampu mokro-na-mokro, simuliraju sve pomenute tehnike štampanja, ali i, ukoliko su opremljeni kamerom, da obavljaju *on-line* analizu načinjenog otiska i trenutno daju rezultate po raznim standardizovanim metodama ispitivanja. Uređaji AMSTERDAM se konstruišu u varijantama sa jednom, dve, pet ili šest jedinica za štampanje satelitskog tipa (slika 1).



Slika 1 Serija uređaja IGT AMSTERDAM: a) AMSTERDAM 1; b) AMSTERDAM 2 i c) AMSTERDAM 6

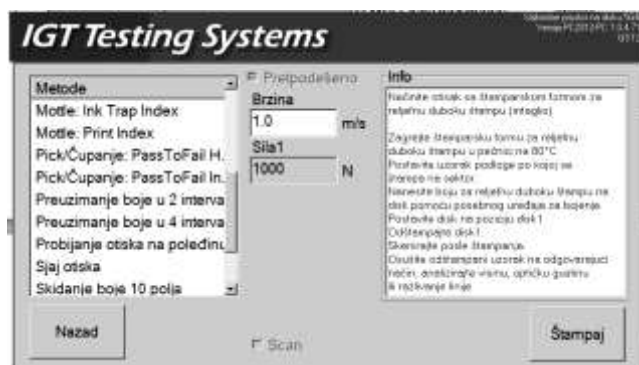
Ova serija uređaja je kompjuterski kontrolisana (*Windows XP*, slika 2), što je omogućilo da se unapred isprogramira veći broj različitih režima i uslova izrade probnih otisaka, namenjenih brojnim standardnim test metodama. Međutim, ukoliko operater želi da promeni neki od uslova (silu ili brzinu štampanja, trajanje pauze između štampanja dve boje...) to može da učini preko ekrana osjetljivog na dodir. Kompjutersko upravljanje uređajem omogućilo je i da se na ekranu prikazuju instrukcije korak-po-korak operaterima za izvođenje pojedinih testova.

Konstrukcija štamparskog valjka sa samozatežućim hvataljkama omogućava da sila zatezanja papirne trake ili ofset gume bude konstantna i da se ne mora podešavati. Dodatni držači omogućavaju da se postavi rakel, u slučaju da se simulira probni otisak u dubokoj ili flekso štampi (za flekso štampu se umesto centralnog štamparskog valjka montira valjak forme, koji nosi kliše za flekso štampu).

Uz uređaj za probni otisak serije AMSTERDAM neophodno je koristiti i uređaj za bojenje valjaka sa termostatom, kao što je HSIU 4 (*High Speed Inking Unit 4*, slika 3). Ovaj uređaj omogućava da se na valjak za izradu probnog otiska nanese sloj boje (ili standardizovanog fluida za testiranje) željene debljine.

3. TESTIRANJE POVRŠINSKIH SVOJSTAVA PAPIRA I KARTONA POMOĆU UREĐAJA AMSTERDAM

Uređaji serije AMSTERDAM omogućavaju izradu test uzoraka i sprovođenje testova za pedesetak različitih metoda ispitivanja svojstava podloga i štamparskih boja, od kojih je veliki broj metoda usaglašen sa standardima ISO, EN, TAPPI, SCAN i drugim. U ovom poglavlju prikazani su testovi za određivanje površinskih svojstava papira i kartona, koji su od značaja za proizvođače papira i kartona, ali i za štampare, pogotovo one koji štampaju kartonsku ambalažu u velikim serijama:



Slika 2. Izgled ekrana sa otvorenim komunikacijim prozorom za biranje test metode



Slika 3 Uređaj za bojenje valjaka za izradu probnih otisaka

3.1 Određivanje otpornosti papira i kartona na čupanje (picking)

Pod čupanjem se podrazumeva odvajanje relativno čvrsto vezanih delova površine papira ili kartona pod dejstvom sile koja se javlja prilikom odvajanja papira od forme koja nosi boju. U trenutku razdvajanja papira i forme sloj boje između dve površine se cepa, za šta je potrebno savladati određenu silu. Ukoliko postoje delovi površine papira koji nisu dovoljno jako vezani, pod dejstvom ove sile mogu se pojaviti oštećenja na papiru ili kartonu, koja mogu predstavljati veliki problem u štampi.

Kompanija IGT predložila je čak sedam metoda za određivanje otpornosti papira ili kartona na čupanje. Jedna grupa metoda zasniva se na činjenici da sila koju treba savladati prilikom razdvajanja sloja boje raste sa brzinom štampanja. U tom slučaju probni otisak se pravi sa rastućom brzinom štampanja, identifikuje se mesto na otisku gde su se pojavila prva oštećenja i na kraju se odredi kolika je brzina štampanja bila u trenutku pojave oštećenja. Ta brzina predstavlja meru otpornosti na čupanje. Za papire različite otpornosti na čupanje kompanija IGT pripremila je nekoliko standardizovanih tečnosti za ispitivanje otpornosti na čupanje različitih lepljivosti, koje treba izabrati takoda se na ispitivanom papiru pojavi oštećenje tokom testiranja.

Druga grupa metoda određivanja otpornosti na čupanje zasniva se na činjenici da će se na skoro svakom papiru ili kartonu, posle određenog broja ciklusa štampanja konstantnom brzinom po istom uzorku, na njemu pojaviti oštećenje. Kao mera otpornosti na čupanje uzima se broj ciklusa posle koga se uoči prvo oštećenje površine usled čupanja. I u ovoj grupi testova izuzetno je važna kontrola svih uslova štampanja (brzina, sila, izbor standardizovane tečnosti za određivanje otpornosti na čupanje...).

3.2 Određivanje otpornosti papira i kartona na čupanje vlakana (linting)

Kod nekih vrsta papira, kao što je, na primer novinski papir, brzina štampanja pri kojoj dolazi do čupanja (tačka 3.1) nije siguran pokazatelj otpornosti papira na čupanje. Za ovakve papire koristi se kvantitativna metoda, koja predviđa da se najpre napravi probni otisak na sličan način kao u tački 3.1 (standardizovani fluid za ispitivanje se štampa rastućom brzinom). Na otisku se zatim broje mesta na kojima je došlo do čupanja vlakana sa površine papira, i dobijeni rezultat se poredi sa internom skalom, načinjenom na osnovu ispitivanja sličnih vrsta papira za koje je provereno da se u pogledu otpornosti na čupanje dobro ponašaju u štampi.

3.3 Određivanje otpornosti papira i kartona na prašenje (loose and weakly bound paper particles – fluff)

Ukoliko na površini papira ili kartona ima slabo vezanih čestica, tokom štampe one će prelaziti u okolni prostor, a odatle se sakupljati na delovima štamparske mašine, okolnim objektima, podu i zidovima. Ovo može da predstavlja veliki problem:

- Štamparu ili ambalažeru, zbog čestih zastoja radi čišćenja mašine, ali i potrebe za intenzivnijim održavanjem opšte higijene;
- Proizvođaču papira ili kartona, zbog mogućih reklamacija i loše reputacije među štamparima i ambalažerima.

Metoda testiranja otpornosti na prašenje treba da ispuni neke osnovne kriterijume:

- Metoda treba da identifikuje ne samo slabo vezane čestice koje se spontano odvajaju sa površine papira ili kartona, već i one koje će se odvojiti tokom štampanja;
- Metoda treba da da jednoznačan rezultat;
- Metoda treba da ispunji opšte zahteve, kao što su jednostavnost, tačnost, reproduktivnost i da ne zahtevaju velike količine materijala za ispitivanje.

Kompanija IGT razvila je dve test metode, od kojih se jedna zasniva na primeni uređaja za laboratorijsku izradu probnog otiska (AMSTERDAM) i dodatnog pribora, a druga test metoda se zasniva na sasvim novom uređaju (*LintView*) koji će biti prikazan u tački 4.

Stariji način određivanja otpornosti na prašenje zasniva se na tome, da se preko površine određenog broja uzoraka ispitivanog papira ili kartona pređe čeličnim valjkom (slika 4), na čiju se površinu prethodno pomoću uređaja HSIU 4 nanese sloj standardnog, lepljivog fluida određene debljine. Na ovaj način se na lepljivoj površini čeličnog valjka sakupljaju slabo vezane čestice sa površine ispitivanog papira ili kartona.

Uporedo sa nanošenjem standardizovanog lepljivog fluida na čelični valjak, na istom uređaju (HSIU 4) nanosi se standardizovana boja za ovo ispitivanje na valjak obložen gumom. Kada se čelični valjak preokrenje preko 24 uzorka (na svakom načinu samo jednu rotaciju) onda se čelini i valjak obložen gumom dovedu u kontakt pomoću postolja, kako je prikazano na slici 5. Odmotavanjem sajle sa tegom ova dva valjka načine jednu rotaciju, tokom koje se čelični valjak oboji. Međutim, boja sa gumenog valjka neće preći na ona mesta na čeličnom valjku gde se nalaze čestice preuzete sa ispitivanog papira ili kartona. Sledeći korak je da se pomoću uređaja AMSTERDAM, na standardizovanom papiru za ovo ispitivanje, načini otisak sa gumenog valjka. Svaka čestica koja se skinula sa papira ostaviće neodštampano mesto na krajnjem probnom otisku.

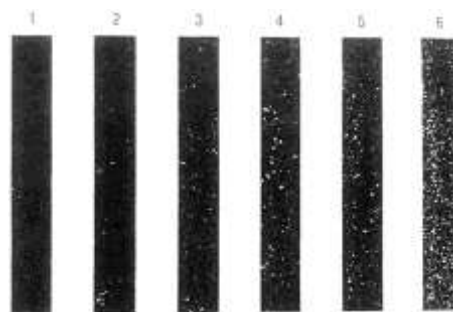
Konačno određivanje otpornosti na prašenje obavlja se vizuelnim poređenjem izgleda probnog otiska sa IGT skalom za poređenje koja ima šest stepeni (slika 6), pri čemu manji broj označava papir ili karton sa boljom otpornošću na prašenje.



Slika 4. Držalac čeličnog valjka tokom kotrljanja po površini papira ili kartona koji se ispituje



Slika 5. Držalac čeličnog valjka na postolju u kontaktu sa gumenim valjkom



Slika 6. IGT skala sa šest stepeni za poređenje

3.4 Određivanje štamarske glatkoće papira (print smoothness)

Glatkoća i hrapavost papira ili kartona su povezane veličine, recipročne jedna drugoj. Za određivanje glatkoće ili hrapavosti postoje poznate metode (po Bendstenu, Beku ili Čepmenu), zasnovane na proticanju tačno definisane zapremine vazduha pri definisanoj razlici pritiska između površine papira ili kartona i glave za ispitivanje, ili na merenju stepena refleksije sa površine papira kroz staklenu prizmu. Osim ovih metoda, glatkoća i hrapavost papira ili kartona mogu se odrediti i pomoću laboratorijskih uređaja za probni otisak IGT AMSTERDAM. Pti tome IGT je razvio dve posebne metode, jednu za određivanje štamarske glatkoće, a drugu za određivanje hrapavosti.

Određivanje glatkoće zasniva se na štampanju probnog otiska na uređaju IGT AMSTERDAM konstantnom brzinom, pri relativnom malom pritisku štampanja. Kao štamarska forma koristi se

aluminijumski valjak veoma glatke površine. Štampa se standardnom IGT bojom, namenjenom za izvođenje ovog testa.

Metod se zasniva na činjenici da će se pri manjim pritiscima štampanja i sa manjim nanosom boje na aluminijumskoj formi, boja najpre preneti na najizraženije elemente reljefa papira ili kartona. Što je papir glatkiji, na otisku će biti manji broj neodštampanih mesta (belih tačaka). Konačan zaključak se donosi na osnovu vizuelnog poređenja načinjenog otiska sa internom skalom, načinjenom na uzorcima papira koji imaju zadovoljavajuću glatkoću.

3.5 Određivanje IGT hrapavosti (*IGT roughness*)

Hrapavost se po IGT proceduri ispituje u dinamičkim uslovima, takoda je ovo ispitivanje najpribližnije realnoj situaciji i uslovi su najbliži uslovima koji vladaju tokom štampanja na štamparskoj mašini. Ovo IGT test metoda je prihvaćena kao nacionalni standard u Holandiji, sa oznakom NEN 1839.

Princip ispitivanja je sledeći: kap obojene vode tačno definisane zapremine nanese se na lakiranu površinu papira postavljenog na jedan valjak (slika 7). Sloj laka sprečava da obojena voda prodre u papir, već ostaje na površini. Taj papir se na uređaju za probni otisak velikom brzinom dovede u kontakt sa drugim listom papira, postavljenim na drugi valjak. Zbog velike brzine rotacije valjaka višak vode ne stiže da se upije u papir, tako da se na papiru pojavljuje obojena mrlja (slika 8) čija veličina zavisi, između ostalog, i od hrapavosti papira.

Ukoliko je papir hrapaviji, onda za kap vode između dve hrapave površine ima dosta prostora za prolaz, i rotacijom valjaka kap nije prinuđena da se širi u velikoj meri, što bi se desilo da je papir glatkiji. S obzirom da je voda obojena, lako se uočava oblik mrlje i lako je izmeriti dimenzije običnim lenjirom (slika 7.12 b). Hrapavost, R , cm^3/m^2 , izračunava se kao:

$$R = \frac{V \cdot R_N}{100}, \text{ ili } A = 0,85 \cdot l \cdot b, \quad R = \frac{V \cdot 1000}{2 \cdot A}$$

gde su V , mm^3 , zapremina kapi nanete na papir; R_N , vrednost hrapavosti očitana sa nomograma (sastavni deo standarda NEN 1839 ili IGT uputstva); A , mm^2 , površina mrlje; l , mm, dužina mrlje; b , mm, širina mrlje mereno na polovini dužine.



Slika 7. Uređaj za određivanje IGT hrapavosti



Slika 8. Izgled mrlje na papiru

3.6 Određivanje apsorpcione moći papira (*oil absorption*)

U trenutku štampanja, na papir ili karton se sa štamparske forme ili ofset gume prenosi količina boje po jedinici površine koja, između ostalog, zavisi i od sposobnosti površine papira ili kartona da primi tu boju. Boja treba da ispuni pore koje su otvorene na površini papira i elemente reljefa na površini, s obzirom da uvek postoji određena hrapavost, pogotovo kod nepremaznih papira.

Apsorpciona moć papira se određuje tako što se između uzorka ispitivanog papira ili kartona postavljenog na štamparski valjak i malog valjka za štampanje, pomoću posebne pipete nanese tačno određena zapremina obojene tečnosti za ovo testiranje (slika 9), posle čega valjci na uređaju za probni otisak napravi jednu rotaciju. Kap obojene tečnosti se pod pritiskom između aluminijumskog valjka i ispitivanog papira ili kartona razliva u pravcu rotacije. Što papir više upija, obojena mrlja (slika 10) koja se dobija imaće manju dužinu, i obrnuto.

Ovaj metod je posebno pogodan za praćenje konzistentnosti proizvodnje (ili isporuke) različitih šarži iste vrste papira ili kartona. Ukoliko ovo ispitivanje da uvek slične rezultate, može se sa velikom sigurnošću pretpostaviti da papir ili karton iz nove šarže ima istu poroznost i hrapavost i da će se u štampi ponašati isto kao i onaj iz prethodne šarže.

Preko apsorpcione moći površine papira ili kartona se, u stvari, mogu dalje definisati tri svojstva:

- Pogodnost za lakiranje (*varnishability*); Poželjno je da papir upija što manje laka ili premaza, tako da što veći deo ostane na površini, čime se ostvaruje manja potrošnja; Tokom testiranja poželjno je da se na papirima namenjenim lakiranju dobije što manja mrlja, a rezultat se izražava direktno izmerenom dužinom mrlje;
- Prodiranje otiska; Što je papir manje hrapav i porozan, tokom testiranja dobija se veća mrlja; U praksi se koristi veličina koja predstavlja recipročnu vrednost dužine mrlje dobijene tokom testiranja pomnoženu sa 1000 (1000/dužina mrlje u mm) koja se naziva prodiranje otiska (*print penetration*);
- Identifikacija sitove strane papra; Kod papira sa izraženom razlikom između sitove strane i strane filca, veću apsorpcionu moć pokazuje sitova strana.

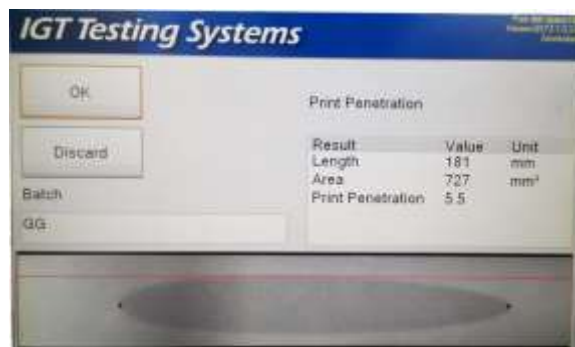
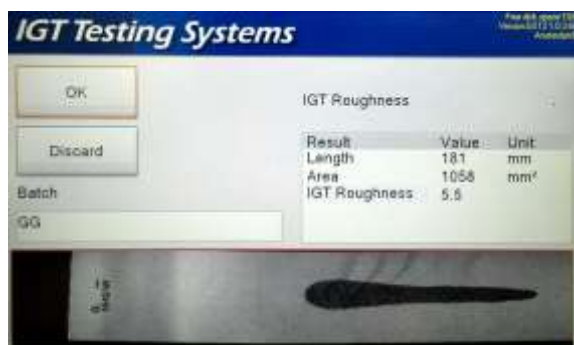
Na slikama 11. a) i b) prikazana je mogućnost da se analiza načinjenog probnog otiska obavi automatski, ukoliko je uređaj AMSTERDAM opremljen kamerom i softverom za analizu. U primeru na slici 11 a) prikazano je određivanje IGT hrapavosti (*IGT roughness*), a na slici 11 b) vrednosti prodiranja otiska (*print penetration*).



Slika 9. Nanošenje kapi obojene tečnosti između aluminijumskog valjka i uzorka



Slika 10. Mrlja čija dužina predstavlja meru apsorpcione moći papira



Slika 11. Izgled komunikacionog prozora na ekranu uređaja AMSTERDAM koji je opremljen kamerom za automatsku analizu probnog otiska; a) određivanje IGT hrapavosti; b) određivanje prodiranja otiska

4. ODREĐIVANJE OTPORNOSTI NA PRAŠENJE PAPIRA ILI KARTONA POMOĆU UREĐAJA LINTVJU (LINTVIEW)

Terminom prašenje obuhvaćene su tri kategorije slabovezanih čestica koje mogu da prljaju radno okruženje i izazivaju učestale zastoje zbog neophodnosti čišćenja:

- Prašina; čestice sa površine papira ili kartona koje nisu celuloznog porekla i ne pripadaju osnovnom materijalu, ili su nastale u nekom doradnom procesu (sečenje ili štancovanje);
- Vlakna; slabo vezana celozna vlakna;
- Čestice kojepotiču od premaza.

Do skora su za određivanje otpornosti papira ili kartona na prašenje korišćene metode koje su imale određene nedostatke: test sa crnom tkaninom – veliki uticaj eksperimentatora na dobijeni rezultat, koji je pokrивao smo prašinu, ali ne i slabovezana vlakna; GLF metod – mala tačnost, veliki uticaj eksperimentatora na dobijeni rezultat; IGT *fluff test* (tačka 3.3) – mora se imati uređaj za probni otisak. Sve zajedno ove test metode imale su nedostatak da nije bila moguća automatizovana matematička obrada i memorisanje dobijenih rezultata.

INTELLIGENTNA AMBALAŽA KAO NOSILAC INFORMACIJA I SISTEM ZA PRAĆENJE STANJA UPAKOVANIH NAMIRNICA

INTELLIGENT PACKAGING AS THE INFORMATION AND SYSTEM CARRIER FOR MONITORING THE CONDITION OF PACKAGED FOODSTUFF

*Stefan Đurđević, Dragoljub Novaković, Nemanja Kašiković, Darko Avramović, Željko Zeljković
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za grafičko inženjerstvo i dizajn,
Novi Sad, Srbija*

Izvod

Pod inteligentnom ambalažom za namirnice se podrazumevaju ambalažni sistemi koji pored barijerne funkcije, sadrže i materijal doveden u dodir s hranom, a koji ukazuje na stanje upakovane hrane i daje informaciju o kvalitetu i svežini proizvoda. U radu se daje pregled dosadašnjih istraživanja na polju razvoja inteligentnih ambalažnih sistema za namirnice prikazivanjem trenutnog stanja u oblasti i definisanjem osnovnih podela sistema, kao i prikaz razvijenih vizuelnih prikaza funkcionisanja inteligentne ambalaže. Cilj rada je razvoj baze znanja o inteligentnoj ambalaži za namirnice.

Ključne reči: *Inteligentna ambalaža, namirnice, indikatori, senzori*

Abstract:

Intelligent food packaging systems involves further the barrier function, contains material contacted with food which indicates the condition of packaged food and provides information about the quality and freshness of the food product. This paper gives an overview of current research in the field of intelligent food packaging systems, showing the current situation in the field and by defining the basic system division. This paper presents the developed visualization of functioning of intelligent packaging. The aim is to develop the knowledge base of intelligent food packaging.

Keywords. *Intelligent packaging, food, indicators, sensors*

1. UVOD

Sa razvojem tehnologije grafička ambalaža prevazilazi svoju osnovnu ulogu zaštite robe od štetnosti okruženja. Tehnologija napreduje i nova rešenja se razvijaju, kako bi se ispratila dosadašnja dostignuća i izgradila osnova za razvoj novih rešenja potrebno je sakupiti i analizirati dosadašnje rezultate istraživanja. Nakon analize prisutnih rešenja sistema i njihovih elemenata u radu su date osnove procesa koje karakterišu sisteme inteligentne ambalaže i jedan prilaz razvoju rešenja vizuelizacije praćenja promena u interakciji roba - ambalaža. Za ovakav prilaz potrebno je programski razviti bazu znanja o inteligentnoj (često nazvanoj i "pametnoj") ambalaži.

Razvoj baze znanja o inteligentnoj ambalaži realizovan je korišćenjem raspoloživih softverskih alata za razvoj aplikacija i vizuelizaciju. U radu su posebno naglašene i predstavljene prednosti softverskih alata pogodnih za kreiranje baze znanja o inteligentnoj ambalaži i procesima koji se u njoj realizuju. Razvijeno softversko rešenje struktuirano je tako da sadrži osnovna znanja, prostorne oblike, strukture i simulacije funkcionisanja predstavnika pojedinačnih grupa i ne daju se rešenja za sve sisteme već su oni razrađivani kao osnova za dalji razvoj i unapređenje. Koncept je baziran na upotrebi softvera za vizuelizaciju, animaciju i programiranje u cilju stvaranja edukativne aplikacije posebno za učenje na daljinu o inteligentnoj ambalaži koje će biti dostupno zainteresovanim korisnicima korisnicima na svim kompjuterskim platformama. Baza znanja za inteligentnu ambalažu je generisana kao HTML aplikacija.

2. INTELLIGENTNA AMBALAŽA

Poslednjih dvadesetak godina značajan broj istraživača u svetu angažovan je na razvoju nove takozvane „inteligentne“ ambalaže [1]. Inteligentna ambalaža je u ranoj fazi razvoja tehnologije koristila

funkcije ambalaže da komunicira sa proizvodom. Inteligentna ambalaža je sistem koji je u stanju da izvrši inteligentne funkcije (kao što su očitavanje, detektovanje, praćenje, snimanje i komuniciranje) kako bi se olakšalo donošenje odluke o produženju roka upotrebe hrani, poboljšao kvalitet, unapredila bezbednost, pružale informacije ili upozorenja na moguće probleme. Ona sadrži mogućnost praćenja proizvoda u smislu kretanja, senzorskog praćenja unutrašnjosti ili spoljašnjosti, i mogućnost komunikacije sa korisnicima ambalaže. [2].

2.1. Sistemi inteligentne ambalaže

Glavni tipovi sistema inteligentne ambalaže su [3]:

Inteligentna ambalaža kao nosilac podataka:

- Barkodovi,
- Radio frekventna identifikacija (RFID).

Inteligentna ambalaža opremljena indikatorima i senzorima:

a. Indikatori

- Indikatori temperature,
- Indikatori gasova,
- Indikatori boje,
- Indikatori patogena,
- Indikatori loma,
- Indikatori svežine,
- Indikatori propustljivosti.

b. Senzori

- Senzori promene stanja gasa,
- Biosenzori [4]

2.2. Inteligentna ambalaža kao nosilac podataka

Inteligentna ambalaža sadrži mogućnost bežičnog identifikovanja proizvoda uz pružanje dodatnih informacija putem određenih sistema kao što su barkodovi i RFID sistemi.

2.2.1. Barkodovi

Barkod sistem je jedinstveni međunarodni sistem identifikacije koji obezbeđuje brzu i elektronsku prepoznatljivost proizvoda. Postoje linearni i dvodimenzionalni barkodovi (slika 1)

Linearni bar kodovi sadrže od 10 do 20, a dvodimenzionalni barkodovi i do 256 karaktera i na taj način mogu smestiti sve podatke o artiklu: naziv, serijski broj, datum kada je kupljen, stanje u kome se nalazi i sl. [5]



Slika 1. Linearni (levo) i dvodimenzionalni barkodovi (desno)

2.2.2. Radio frekventni identifikatori (RFID)

RFID oznake se nalaze obično na dnu ambalaže ili u okviru etikete na ambalaži (slika 2). Uređaji koji očitavaju ili pišu informacije na RFID oznake signal prenose putem radio talasa. Na taj način se podaci mogu čitati i sa određene udaljenosti. Podaci o proizvodu ili celom lancu snabdevanja proizvoda se nalaze u mobilnoj bazi podataka.

Uprkos prednostima koje donosi RFID tehnologija, potrebno je uzeti u obzir i druge faktore kao što su cena tehnologije i sposobnost reciklaže. [6]



Slika 2. RFID u obliku samolepljive etikete

2.3. Inteligentna ambalaža opremljena indikatorima i senzorima

Inteligentna ambalaža podrazumeva ambalažu koja je opremljena sa najmanje jednim unutrašnjim ili spoljašnjim indikatorom ili senzorom. Indikator treba da omogući sakupljanje informacija o svim uticajima kojima je izložen upakovani proizvod (roba) „u toku celog života“, ili o trenutnom stanju kvaliteta. Senzor u ambalaži treba da obezbedi vidljivu indicaciju za dobavljača ili korisnika da su namirnice i dalje sveže, ili da li je ambalaža oštećena (probijena), čuvana na odgovarajućim temperaturama u okviru lanca snabdevanja, ili je proizvod (roba) u ambalaži neupotrebljiv.

2.3.1. Indikatori vreme/temperatura

Ovi indikatori su korisni jer mogu potrošaču dati informaciju kada su namirnice pretrpele nepoželjnu temperaturnu promenu. Ako je namirnicama preporučljivo da budu izložene većim temperaturama, kvalitet namirnica se može pogoršati mnogo brže. Na ovaj način se može pružiti informacija o tome koliko dugo je proizvod (roba) bio otvoren ili u upotrebi. [7]

2.3.2. Indikatori gasova

Indikatori gasova reaguju na promene u sastavu gasova unutar ambalaže pri propuštanju ambalaže usled oštećenja ili kod neovlašćenog premeštanja proizvoda u drugu ambalažu, ali i pri kvarenju upakovanog sadržaja usled delovanja mikroorganizmima i sl. Najpoznatiji indikatori gasova su: indikatori kiseonika i indikatori ugljen dioksida [8].

2.3.2.1. Indikatori kiseonika

Tipični indikator kiseonika se sastoji od redoks boja, alkalnih jedinjenja i redukcionih jedinjenja. Nedavno su opisani indikatori kiseonika bazirani na oksidacionim enzimima. Indikator može biti formiran u vidu etikete, odštampanog sloja, ili može takođe biti u vidu laminata u polimernom sloju. Cilj indikatora kiseonika je prikaz prekoračenja praga kiseonika unutar ambalaže.

2.3.2.2. Indikatori ugljen dioksida

Ugljen-dioksid se u ambalaži koristi u različitim koncentracijama a utiče na usporavanje razvoja mikroorganizama. Pomoću indikatora ugljendioksida može se precizno utvrditi da li ambalaža i posle određenog vremena zaista sadrži početnu koncentraciju ugljen-dioksida. Opadanje početne koncentracije ugljen-dioksida može da ukazuje i na oštećenje proizvoda (robe) unutar ambalaže [9].

2.4. Indikatori boje

U pogledu kontrole bezbednosti i kvaliteta namirnica, sistemi inteligentne ambalaže mogu biti od pomoći komunikacijom sa potrošačem i davanjem informacije o uslovima u kojima se upakovane namirnice nalaze kroz direktnu uočljivu vizuelnu promenu boje [10].

2.5. Indikatori patogena

Najpoznatiji patogeni koji nastaju u namirnicama su: ešerihija koli, salmonela i stafilokoka koje se mogu pronaći u različitim uzorcima namirnica. Indikatori patogena se koriste u svrhu otkrivanja patogena pomoću analitičkih senzora sa mogućnošću prenosa informacije u vidu signala koji se može kvantifikovati. Inteligenti sistem ima za cilj prihvatanje antitela na unutrašnjoj površini ambalaže za detekciju patogena [11].

2.6. Indikatori loma

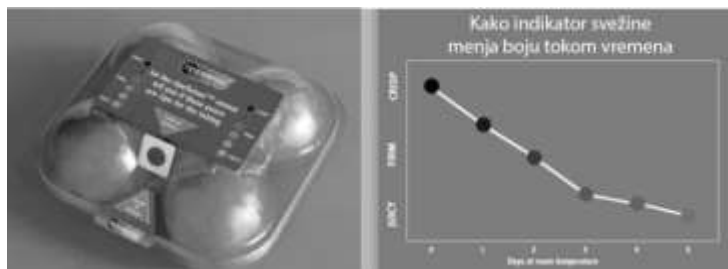
Ovaj indikator daje informaciju o tome da se ambalaža slomila [12]. Ambalaža inicira da su barijerna svojstva narušena, kroz mehanička ili oštećenja temperaturom.

2.7. Indikatori svežine

Indikatori svežine ukazuju na mikrobiološki kvalitet ambalaže reagovanjem metaboličkih proizvoda na razvoj mikroorganizama. Rad indikatora može biti zasnovan na promeni boje hromogenih supstrata enzima proizvedenih kontaminacijom mikrobima, potrošnjom određenih hranljivih materija u

proizvodu, ili na otkrivanju mikroorganizama [Taslim, 2012]. Indikatori svežine proizvoda se ugrađuju na unutrašnju stranu ambalaže i direktno ukazuju na mikrobiološki kvalitet upakovanog proizvoda [1].

Primer indikatora svežine koji je razvijen u okviru istraživanja sa bazom znanja o inteligentnoj ambalaži je indikator koji ukazuje na zrelost kruške (slika 3).



Slika 3. Inteligentna ambalaža - indikator svežine, grafički prikaz promene svežine u funkciji vremena

2.8. Indikatori propustljivosti

Usled pucanja ambalaže zaštitna atmosfera će se pogoršati, a indikator propustljivosti će dati signal korisniku ambalaže. Kvarenje delovanjem mikroorganizama se povećava usled propuštanja ambalaže jer na taj način proizvod dolazi u dodir sa štetnim mikroorganizmima [12].

2.9. Senzori

Tehnologija senzora u ambalaži treba da obezbedi vidljivu indikaciju za dobavljača ili korisnika da li su namirnice i dalje sveže, ili da li je ambalaža oštećena (probijena), čuvana na odgovarajućim temperaturama u okviru lanca snabdevanja, ili je proizvod u ambalaži pokvaren sa mogućnošću čuvanja informacije u sistemu za praćenje [13].

2.9.1. Senzori promene gasa

Kao rezultat aktivnosti hrane, uslova životne sredine ili prirode ambalaže, kompozicija gasova unutar ambalaže se često menja. Gas senzori su uređaji koji odgovaraju kvantitativno i reverzibilno na prisustvo gasova menjanjem fizičkih parametara senzora i praćeni su eksternim uređajem [12].

2.9.2. Biosenzori

Biosenzori su kompaktni analitički uređaji koji detektuju prenos i zapisuju informacije u vezi sa biološkim reakcijama. Da bi se biološki signal pretvorio u električnu informaciju (kao što je elektrohemijska, optička) koristi se pretvarač [12].

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Analizom sistema inteligentne ambalaže kroz istraživanje su stvoreni uslovi za formiranje interaktivne baze znanja o inteligentnoj ambalaži. U radu je dat akcenat na pregled alata i postupaka za izradu baze znanja. Baza znanja je razvijena kombinacijom programskih alata Adobe Photoshop, Adobe Flash, Autodesk 3Ds Max i Right Hemisphere Deep Exploration. U nastavku se predstavlja segment razvijenih mogućnosti korišćenja ovih programa za razvoj baze znanja o inteligentnoj ambalaži.

3.1 Mogućnosti korišćenja aplikacije Adobe Photoshop

Programska aplikacija poseduje različite mogućnosti u pogledu obrade slike ili kreiranja novog sadržaja. Baza znanja o inteligentnoj ambalaži razvijena na ovoj aplikaciji zahteva osmišljavanje korisničkog interfejsa kroz određeni vremenski period, ali i primenu pogodnog alata za realizaciju istog. Mogućnosti programa pogodne za izradu aplikacije su: rad sa slojevima, čuvanje slika u .PNG formatu, kreiranje tekstura.

U programu Adobe Photoshop, slika se može formirati korišćenjem slojeva. Oni se koriste za rad na individualnim delovima slike a da pri tome ne utiču jedan na drugi.

Visok kvalitet bez kompresije i osobina PNG formata da prikazuje transparentni deo slike su prednosti koje primenjuje baza znanja. Na slici 4 je prikazana upotreba rasterske slike za providnim segmentima u okviru baze znanja o inteligentnoj ambalaži.

Osnovne alatke za obradu slike koje poseduje program Adobe Photoshop su svakako primenjene prilikom izrade aplikacije za bazu znanja. Konkretni primer primene je izrada tekstura za 3D modele.

3.2 Mogućnosti korišćenja aplikacije Adobe Flash

Uslov za razvoj svake aplikacije, pa tako i aplikacije baze znanja je programiranje. Programski jezici su najčešće kompleksni za razumevanje od strane osoba koje se bave drugim naučnim oblastima ili dizajnom. Pojedini softveri poseduju grafičke elemente ili biblioteke kodova za pojednostavljenje prilikom programiranja. Takve prednosti sadrži i program Adobe Flash sa programskim jezikom ActionScript 2.0.

Aplikacija baze znanja je zasnovana upravo na korišćenju ActionScript 2.0 koda. Finalni oblik aplikacije je HTML stranica (slika 5.) jer je baza edukativnog karaktera a html ekstenzija nam omogućava čitljivost na gotovo svim savremenim računarskim platformama koje poseduju internet pretraživač.

Primeri programskog koda za potrebe baze znanja:

1. Kôd za zaustavljanje odgovarajućeg kadra:
`stop();`
2. Kôd za odlazak na odgovarajući kadar (primenjuje se na dugme iz navigacije):
`on(press) { gotoAndPlay(broj kadra); }`
3. Kôd za učitavanje spoljašnjeg SWF fajla (primenjuje se na dugme iz navigacije):
`on(press) {
 _root.createEmptyMovieClip("container", 1);
 // Pozicija bloka u koji se učitava animacija
 container._x = 0;
 container._y = 0;
 // Učitavanje eksterne SWF animacije
 container.loadMovie("animacija.swf");
}`
4. Brisanje spoljašnjeg SWF fajla pri povratku na glavni meni
`container.removeMovieClip()`

3.3 Mogućnosti korišćenja aplikacije Autodesk 3Ds max

Mogućnosti programa 3Ds Max pogodne za razvoj baze znanja su: Modelovanje 3D oblika, UVW koordinate i teksture, animacija i generisanje slika.



Slika 4. Prikaz upotrebe slike PNG formata pri razvoju aplikacije baze znanja



Slika 5. Segment razvijene HTML stranice aplikacije baze znanja o inteligentnoj ambalaži

3Ds Max obuhvata više različitih tipova modela i čak više načina za rad sa njima. Modelovati se može pomoću primitiva kao što su blokovi, kocke i sfere, ali i modelovanjem mreže poligona (slika 6). Neke objekte je lakše modelovati korišćenjem jedne a dok je neke druge objekte lakše modelovati korišćenjem druge metode [14].

UVW koordinate i teksture za mapiranje definišu kako će mapa teksture biti usklađena sa objektom. Ove koordinate se izražavaju korišćenjem U,V i W dimenzija ambalaže. U je horizontalni, V je vertikalni pravac a W predstavlja dubinu. Kada se primeni opcija za generisanje koordinata mape na novom objektu, 3Ds Max pretpostavlja gde se ove koordinate trebaju naći.

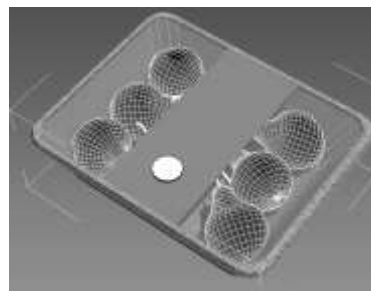
3Ds Max može biti korišćen za formiranje izuzetno realnih slika, ali i animacija koje zbog pokretljivosti slika bivaju još realnije [14].

3.4. Mogućnosti korišćenja aplikacije Right Hemisphere Deep Exploration

Deep Exploration podržava oko trideset formata za 2D rasterske slike i oko trideset CAD formata vodećih proizvođača CAD aplikacija: PTC, Autodesk, Dassault Systems, UGS i drugih [15].

Program podržava izvoženje u četrdeset vodećih formata za 2D i 3D grafiku. Mogućnost kreiranja PDF šablona za 2D i interaktivni 3D PDF dokument, kao i mogućnost publikovanja fajlova i prikaz 2D i animiranih 3D objekata na HTML stranicama. Kako bi generisali PDF dokument potrebno je ispuniti uslove za pravilan rad PDF modula. Modul zahteva instalaciju Microsoft DirectX minimum verzije 8.1, Adobe Reader 7.07, modula za PDF publikovanje, Designer Objects modula i PMI modula [15].

Baza znanja inteligentne ambalaže sadrži linkove ka pdf fajlovima generisanim pomoću modula za generisanje 3D PDF fajlova (slika 7).



Slika 6. Mreža 3D modela inteligentne ambalaže



Slika 7. Generisani 3D PDF fajl inteligentne ambalaže – indikator svežine

4. DISKUSIJA

Postavka i razvoj modela baze znanja inteligentne ambalaže je novi prilaz u predstavljanju i razvoju problema usvajanja znanja o području istraživanja koja su u ubrzanom razvoju. Metodologija razvoja je konceptualno postavljena i ona je integracija dizajna, sa elementima kreiranja ambalaže, data kroz simulaciju procesa. Vizuelizacija ponašanja ambalaže u realnim uslovima kroz prikaz, obradu i razvoj upotpunjuje osnovni cilj istraživanja.

Softverski alati na osnovu kojih je baza kreirana spadaju u grupu najsavremenijih programskih alata sa perspektivom daljeg razvoja i integracije novih mogućnosti. Korišćeni softveri već sada prilično dobro se integrišu sa drugim softverskim alatima, preko raznih „plug-in-ova“ i nadogradnji. I pored fleksibilnosti izrade, baza zadržava svoju uniformnost interaktivne postavke u smislu izmenljivosti i proširivosti sadržaja, a publikovana kroz HTML platformu obezbeđuje dostupnost svim ciljanim korisnicima Internet pretraživača

5. ZAKLJUČAK

Inteligentna ambalaža je inovativna tehnologija koja se intenzivno razvija poslednjih godina. Razlog razvoja ove vrste ambalaže je razmišljanje izvan same ambalaže. S druge strane da bi produžili rok trajanja, poboljšali kvalitet, unapredili bezbednost, davali informacije i upozorili na moguće problem razvijamo ovu tehnologiju, a ovi parametri zapravo predstavljaju i prednosti ovog sistema. Nedostatak

sistema je mogućnost da delovi ovakve ambalaže dođu u neželjeni kontakt ili završe u namirnicama. Upotrebom rešenja inteligentne ambalaže moguće je povećati kvalitet proizvoda, ali i sigurnost i transparentnost za potrošače.

Prehrambeni proizvodi su praćeni napretkom postojeće ambalaže, kao i primenom novih dostignuća iz oblasti ambalaže. Za očekivati je da se u budućnosti predviđa veća upotreba modifikovane i kontrolisane atmosfere, veća upotreba inteligentne ambalaže, razvoj i veća primena novih tipova biopolimera uz težnju o brendiranju proizvoda i brizi o ekološkom aspektu ambalaže.

Sistematizacijom podataka vezanih za prisutna rešenja inteligentnih ambalažnih sistema i njihovih elemenata stvorena je osnova šireg razvoja baze znanja, a u cilju formiranja interaktivnosti ona je razrađena kroz softverske alate. Softversko rešenje je osnova za dalji razvoj i unapređenje, a sadrži i edukativnu funkciju. Baza znanja može biti dostupna širem krugu ljudi iz različitih istraživačkih sfera i time je stvorena mogućnost drugim istraživačima da daju doprinos iznalaženjem novih ili razrađivanjem postojećih rešenja

Zahvalnica

Istraživanja predstavljena u radu su segment istraživanja koja se realizuju u okviru projekta broj 35027 "Razvoj softverskog modela za unapređenje znanja i proizvodnje u grafičkoj industriji" koje finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

6. LITERATURA

- [1] Brody A. L. (2001) What's Active about Intelligent Packaging, Food Technol. 55 H.6 pp. 75–78.
- [2] Hurme E. (2002) Intelligent Systems in Food Packaging – Advances in the Supply Chain, Food Technol. 56, 72–75.
- [3] Evangelyn C. A., Wang Y (2009) NanoBio Sensors and Integrated Microsystems for intel- ligent Food Packaging, Michigan State University, Michigan
- [4] Petrović T. (2010) Savremeni trendovi pakovanja hrane, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [5] Peković O., Tričković I., Pajković I., (2011) Poređenje barkod i RFID tehnologije sa aspekta prikupljanja relevantnih podataka za reinženjering poštanske mreže, Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, Beograd
- [6] Aaron L. B., Betty B., Jung H. H., Claire K. S., Tara H., (2008), Innovative Food Packaging Solutions, Institute of Food Technologists, Chicago.
- [7] Huff K. (2008) Active and Intelligent Packaging Innovations for the Future, Department of Food Science and Technology, Blacksburg
- [8] Evangelyn C. A., Wang Y (2009) NanoBio Sensors and Integrated Microsystems for intel- ligent Food Packaging, Michigan State University, Michigan.
- [9] Jovanović S., Džunuzović J. V. (2011) Pravci razvoja ambalaže od polimernih materijala, Tehnološko–metalurški fakultet, Beograd.
- [10] Kerry, J.P., O'Grady, M.N., and Hogan, S.A. (2006) Past, current and potential utilization of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. Meat Science, 74:113- 130.
- [11] Yam, K. L., Takhistov, P. T., and Miltz, J. (2005) Intelligent packaging: concepts and appli- cations. Journal of Food Science. 70: R1R10
- [12] Taslim U. R. (2012) Assignment of Modern Food Packaging Technology, Nutrition and Food Engineering Department, Bangladesh.
- [13] Nachay K. (2007) Analyzing nanotechnology. Food Technology, 61(1), 34–36.
- [14] Murdock L. K. (2011) 3ds Max 2012 Bible, John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, Indiana.
- [15] Annon (2006) Deep exploration Getting Started Guide [Online] Available from: http://www.comp.nus.edu.sg/~medialab/graphics%20lab/Deep%20exploration%20Getting_Started_Guide.pdf, [Accessed 24.6.2015]

Corresponding author:

MSc. Stefan Đurđević,
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka,
Trg Dositeja Obradovica 6, 21000 Novi Sad, Serbia,
[djurdjevic@uns.ac.rs](mailto:djurdjjevic@uns.ac.rs)

AMBALAŽA KAO VAŽAN ASPEKT PRI PRODAJI PROIZVODA

PACKAGING AS AN IMPORTANT ASPECT IN SELLING PRODUCTS

Petra Tanović, Petra Balaban, Rade Gvojić
Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

Izvod

Na tržištu se nalazi veliki broj proizvoda koji su sličnog ili istog kvaliteta, pa je ono što čini razliku prilikom izbora, svakako izgled ambalaže proizvoda. Uloga pakovanja, osim zaštitne i estetske, jeste i unapređenje prodaje. Predmet ovog rada je definisanje uloge ambalaže prilikom prodaje proizvoda. Sprovedenim istraživanjem kupaca konkretnih proizvoda, biće prikazani podaci o ključnim faktorima koji utiču na izbor prilikom kupovine. Istraživanje je urađeno u pismenoj formi. Podaci su statistički obrađeni i razvrstani po polu, godinama starosti i obrazovanju.

Ključne reči: ambalaža, pakovanje, brend, prodaja

Abstract

In the market there are a lot of products that are similar or the same quality, that is why the appearance of the packaging makes the difference in the selection of products. The role of packaging, besides protection and aesthetic aspects, is the improvement in sales. The subject of this paper is to define the role of packaging in the selling of products. Based on the study on customer specific products, information on the key factors is presented that influence the choice during shopping. The survey was conducted through printed questionnaires. The data were statistically analyzed and categorized by gender, age and education.

Key words: packaging materials, packaging, production, sale

1. UVOD

U savremenom društvu, u kome živimo, okruženi smo mnoštvom proizvoda kojima je jedini cilj da pronađu svoj put do potrošača. Svaki dan, potencijalni potrošači, zasuti su hiljadama konkurentskih poruka i slika, koje imaju za cilj da iz mnoštva sličnih, izdvoje proizvod određene firme i pokažu kako je baš on vredan pažnje potrošača. Na prezasićenom tržištu, koje diktira uslove opstanka i gde je potrošač taj koji određuje da li će se proizvod zadržati ili ne, pored kvaliteta proizvoda koji je naravno važan za njegov plasman, postoji jedan drugi aspekt kome se sve više posvećuje pažnja i daje prednost nad kvalitetom, a to je da proizvod svojim izgledom odskoči od velikog broja konkurentnih proizvoda kako bi privukao pažnju. Ambalaža danas predstavlja neodvojivi deo proizvoda te je neophodno da bude prilagođena potrebama i zahtevima potrošača.

Nerealno je očekivati od kupaca da kupuju neki proizvod samo zato što je on proizveden. Izgled proizvoda je jedan od osnovnih načina da potencijalne kupce ubedite da im je potreban upravo vaš proizvod. Kupovina predstavlja rezultat složene međusobne akcije motiva i uticaja koje izgled proizvoda reflektuje na potrošača. Originalno osmišljen vizuelni nastup proizvoda je garancija da ćete privući pažnju velikog dela ciljnog tržišta.

Bilo da je u pitanju novi proizvod ili izmenjen postojeći, proizvođač će se obratiti dizajneru da bi se osigurao da će u tom važnom deliću sekunde, njegova ciljna grupa znati da je proizvod tu.

2. UTICAJ DIZAJNA AMBALAŽE NA PRODAJU

Ambalaža se više ne koristi samo kod transporta robe na udaljena tržišta, već predstavlja i značajnog činioca kod prodaje proizvoda zahtevnim kupcima.

Značaj ambalaže prilikom izbora kupca i prilikom razlikovanja od konkurencije višestruko je važna, jer se na taj način proizvod ističe, na jasan način prezentuje kupcu, i istovremeno diferencira od konkurentskih proizvoda. Svaki proizvod je priča za sebe, počev od korisnosti za krajnjeg potrošača, preko funkcionalnosti, izgleda, karakteristika, pa sve do imidža i cene. Nastanak pakovanja prvo je

uslovlila njegova funkcija, a razvoj kao i kod proizvoda posledica je napretka tehnologije, materijala i sve većih zahteva potrošača.

U današnje vreme na tržištu se plasira veliki broj proizvoda koji su sličnog ili istog kvaliteta. Prepoznatljiv dizajn ili boja ambalaže čine da potrošač odmah pri ulasku u prodajni objekat usmeri pažnju na proizvod koji će ga privući ako ne svojim kvalitetom onda lepim dizajnom pakovanja, što naravno zajedno opredeljuje kupca za stalan izbor kupovine određenog proizvoda.

Svaki potencijalni kupac nekog proizvoda prilikom ulaska u prodajni objekat uvek svoju pažnju usmeri ka lepo dizajniranoj ambalaži, ka bojama koje ga mame i izazivaju emocije, a na taj način i potpomažu proces odlučivanja za upravo taj proizvod.

Pakovanje proizvoda u razne vrste ambalaže je neodvojiv proces savremene proizvodnje i plasmana. Ambalaža je postala praktično sastavni deo pojedinih proizvoda, a njena uloga je višestruka. Njena psihološka uloga je naročito značajna u propagandi potrošnje pojedinih proizvoda, a posebno što ona deluje na potrošača da se u kritičnom momentu odluči za ovaj ili onaj proizvod. Danas je, više nego ikada, ključ uspeha u bilo kojoj poslovnoj aktivnosti - detaljno poznavanje i razumevanje ljudskih emocionalnih potreba i želja.

Pakovanje proizvoda se od strane današnjih potrošača sve više doživljava kao svojevrsan statusni simbol. Ono ima veliku ulogu u stvaranju i održavanju imidža preduzeća i njegovih proizvoda kod kupaca.

Sa aspekta marketinga pakovanje unapređuje distribuciju i prodaju, igra važnu ulogu u politici marke proizvoda i doprinosi psihološkom, estetskom i ekonomskom zadovoljenju potrošača. U marketinškom pogledu prvenstveni zadatak pakovanja proizvoda je da komunicira svojim sadržajem i omogućiti da se proizvod što više približi neposrednom korisniku, stvori pozitivne reakcije i želju za kupovinom proizvoda. Dizajn u tom pogledu treba da omogućiti brzo, jednostavno zapazanje i izdvajanje proizvoda od drugih sličnih (konkurentnih) proizvoda, koje će postići adekvatnim izborom oblika, boje i veličine slova za tekst.

Male razlike u izgledu pakovanja (boji, veličini, obliku) mogu da utiču na povećanje obima prodaje pojedinih proizvoda. Pažnju potrošača privlače atraktivne forme i odgovarajuće, većinom jarke boje. Inovativno pakovanje može dati kompaniji prednost nad njenim konkurentima te ulaganje u dizajn ambalaže proizvoda nije uzaludno investirani novac. Nasuprot tome, loše i nezanimljivo dizajnirano pakovanje često može smanjiti prodaju.

Takođe, u procesu dizajniranja uz pomoć boja mogu se stvoriti takvi efekti da proizvod izgleda veći ili manji, nego što je stvarno. Tamne boje stvaraju efekat veće težine, a svetle manje. Psihološke karakteristike boja treba obavezno uzeti u razmatranje pri dizajniranju pakovanja. Da bi se neka ambalaža što duže zadržala u pamćenju potrošača, ne sme se često menjati.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

U cilju dobijanja podataka o uticaju izgleda ambalaže na kupovinu proizvoda urađeno je istraživanje. Kao proizvod izabrane je parfem. Istraživanje je urađeno u pismenoj formi, po principu slučajnih uzoraka. Pitanja su sastavljali autori. U daljoj obradi podataka odgovori su statistički obrađeni i razvrstani po polu, godinama starosti i obrazovanju. Tokom sprovođenja istraživanja, anketirano je 106 osoba. Anketa je sprovedena radi dobijanja konkretnih podataka o navikama potrošača prilikom kupovine parfema, kao i uticaja dizajna ambalaže, boje, i pakovanja prilikom odlučivanja za kupovinu istog i povećanje prodaje. Istraživanje je vršeno u maloprodajnim objektima u Novom Sadu, u direktnom kontaktu sa potencijalnim kupcima.

Odgovori su svrstavani prema sledećim parametrima:

1. godine: a) do 20 godina
b) od 21 do 30 godina
c) od 31 do 40 godina
d) od 41 do 50 godina
e) od 51 do 60 godina
f) preko 61 godina
2. stručna sprema: a) osnovna škola

- b) srednja škola
- c) Viša škola
- d) fakultet
- e) specijalističke/doktorske studije

Određivanjem ciljne grupe ispitanika prema polu dolazimo do toga da je 63,21%, ispitanika ženskog pola sa a ispitanika 36,79% čine muškarci.

Prema godinama starosti može se videti da najveći broj ispitanika ima od 21-40 godina i zajedno sa njima ispitanici do 20 godina predstavljaju oko 2/3 ispitanika. Najmanje je ispitanika starijih od 61 godine sa 4,72%, dok je nešto više onih koji su stariji od 41 i 51 godine sa 12,6% i 10%.

Tabela 1: Struktura ispitanika prema polu

Pol ispitanika	Broj ispitanika	%
Ženski	67	63.21
Muški	39	36.79
Ukupno	106	100,00

Tabela 2: Starosna struktura ispitanika

Starost ispitanika	Broj ispitanika	%
<20	21	19.81
21-30	31	29.25
31-40	26	25.47
41-50	13	12.26
51-60	10	9.43
61>	5	4.72
Ukupno	106	100.00

Što se obrazovne strukture najveći broj ispitanika sa 36,79%, čine ispitanici koji imaju završene diplomske ili master studije. Dok 28,30% ispitanika ima završenu srednju školu, a mnogo je manje onih koji imaju više i osnovno obrazovanje, sa 14,15% i 12,26%. Najmanji broj ispitanika koji kupuju parfeme ima završene specijalističke ili doktorske studije i to 8,50%.

Tabela 1: Nivo obrazovanja ispitanika

Nivo stečenog obrazovanja	Broj ispitanika	%
Osnovna škola	13	12.26
Srednja škola	30	28.30
Viša škola	15	14.15
Fakultet/Master	39	36.79
Specijalističke/Doktorske studije	9	8.49
Ukupno	106	100.00

Tabela 4: Odgovori na pitanje: Šta vam prvo privuče pažnju prilikom kupovine parfema?

Šta vam prvo privuče pažnju	Broj ispitanika	%
boja ambalaže	26	24.53
dizajn bočice-kutije	23	21.70
praktična ambalaža	14	13.21
luksuzno pakovanje	31	29.25
akcijski popust	12	11.32
Ukupno	106	100.00

Na pitanje šta ispitanicima prvo privuče pažnju u toku kupovine parfema najviše njih je odgovorilo da je to luksuzno pakovanje, sa 29,25% oni predstavljaju trećinu svih ispitanika, pa zatim boja, sa 25%, i dizajn bočice-kutije za koju se odlučilo 21,70%. Najmanje ih je reklo da je to akcijski popust i praktična ambalaža sa po oko 13%. Iz ovih rezultata zaključujemo da je dizajn pakovanja od značaja u procesu privlačenja pažnje u prodajnom objektu, i usmeravanju ka kupovini željenog proizvoda. Na ovaj način se i direktno utiče na povećanje prodaje luksuznim pakovanjem, privlačnom bojom i zanimljivim dizajnom.

Istraživanjem o faktorima koji su najvažniji prilikom kupovine parfema došlo se do sledećih podataka, koji su prikazani u tabeli 5. Najveći broj ispitanika rekao je da je to poznat brend/marka sa tačno 34%, jer upravo oni kupuju već dobro poznat tj isproban parfem koji im najviše odgovara i on je prepoznatljiv po svojim svojstvima i izgledu pakovanja i ambalaže. Kvalitet određenog parfema je

takođe visoko kotiran sa 28,30% jer ispitanici formiraju svoje stavove na osnovu prethodnog iskustva sa određenom markom ili brendom što garantuje kvalitet i osigurava kontinuiranu prodaju ovog proizvoda. Dizajn ambalaže je i ovde visoko ocenjen jer on predstavlja 16% svih ispitanika. Popularnost parfema ili to što ga koriste poznati nisu faktori od važnosti prilikom kupovine parfema, jer predstavljaju 5% i 2% svih odgovora ispitanika.

Tabela 5: Odgovori na pitanje: Koji od ovih faktora vam je najvažniji pri kupovini parfema?

Najvažniji faktori pri kupovini	Broj ispitanika	%
kvalitet	30	28.30
brend/marka	36	33.96
cena	15	14.15
popularnost parfema	6	5.66
koriste ga poznate ličnosti	2	1.89
dizajn ambalaže	17	16.04
Ukupno	106	100.00

Tabela 6: Odgovori na pitanje: Šta najviše utiče na vaše opredeljenje pri kupovini određenog parfema?

Najviše utiče na opredeljenje pri kupovini	Broj ispitanika	%
TV reklame	3	2.83
Štampani materijal	3	2.83
Internet-reklama	2	1.89
Preporuka prijatelja	13	12.26
Navika	22	20.75
Lični doživljaj	54	50.94
Nešto drugo	9	8.49
Ukupno	106	100.00

U tabeli 6 su rezultati razloga kupovine određenog parfema i dolazi se do zaključka da je u ovom slučaju najpresudniji lični doživljaj tj prethodno iskustvo sa određenim parfemom jer se 51% svih ispitanika na taj način odlučuje za kupovinu istog. Navika kupovine istog parfema je takođe visoko kotirana sa 20,75%, dok je razlog kupovine proizvoda po preporuci prijatelja navelo 12,26% ispitanika. Najmanje važni uticaji prilikom izbora parfema su, tv i internet reklama, štampani materijali i flajeri. Neki drugi razlogi predstavljaju 8,5% svih odgovora.

Tabela 7: Odgovori na pitanje: U kojoj meri tople ili jarke boje na pakovanju utiču na vaš izbor prilikom kupovine parfema?

Uticaj toplih/jarkih boja	Broj ispitanika	%
1	23	21.70
2	19	17.92
3	25	23.58
4	22	20.75
5	17	16.04
Ukupno	106	100.00

Tabela 8: Odgovori na pitanje: U kojoj meri oblik bočice-kutije parfema utiče na vaš izbor prilikom kupovine?

Uticaj oblika bočice-kutije parfema	Broj ispitanika	%
1	25	23.58
2	12	11.32
3	15	14.15
4	20	18.87
5	34	32.08
Ukupno	106	100.00

(1-najmanja važnost, 2-mala važnost, 3 – nemam mišljenje, 4-velika važnost, 5- najveća važnost)

Iz tabele 7 se vidi da je najveći značaj u izboru proizvoda na osnovu boje označilo 16,04% ispitanika, dok je nešto manje značaja iskazalo 20,75%. Totalno nezainteresovano za izražavanje po pitanju boje je 23,58% što je ujedno i najveći udeo koji jedna od stavki koji opisuju visinu značaja zauzima. Malo značaja boje je iskazalo 18%, dok je 21,70% ispitanika glasalo da boja nema značaja pri izboru parfema.

Uticaj oblika bočice tj. kutije parfema prilikom izbora parfema iskazan je u tabeli 8. Najveći broj ispitanika tj. 32% složilo se da je od presudnog značaja u prodajnom objektu upravo lepo pakovanje ili oblik bočice, suprotno njima 23,58% se usaglasilo da izgled bočice ili kutije uopšte nema značaja prilikom izbora. Takođe značajan broj ispitanika koji su po ovom pitanju uzdržani 18,87%.

Tabela 9: Odgovori na pitanje: Da li je luksuzno pakovanje od značaja za vaš izbor parfema?

Uticaj luksuznog pakovanja	Broj ispitanika	%
1	17	16.04
2	11	10.38
3	23	21.70
4	26	24.53
5	29	27.36
Ukupno	106	100.00

(1-najmanja važnost, 2-mala važnost, 3 – nemam mišljenje, 4-velika važnost, 5- najveća važnost)

Luksuznost pakovanja (tabela 9) ocenilo je 27,36% ispitanika kao najznačajniji faktor prilikom izbora parfema, 24,53% je reklo da im je u velikoj meri značajan kao faktor pri izboru. Bez stavova o uticaju luksuznog pakovanja na izbor je 21,70% ispitanika. 15% ispitanika koji misli da luksuzno pakovanje nije od značaja pri izboru parfema.

Prilikom kupovine parfema ograničenost serije (prikazano u tabeli 10) uglavnom ne utiče na izbor jer se najveći broj ispitanika tj. 32% izjasnio na taj način, i skoro 30% je rekao da ograničenost serije ima mali uticaj. Najmanji broj je onih koji nemaju mišljenje o uticaju ograničenosti serije, njih je 6,60%. Onih koji misle da ograničenost serije u najvećoj meri utiče na izbor parfema je 21,70%.

Tabela 11: Odgovori na pitanje: U kojoj meri dizajn ambalaže utiče na vaš izbor parfema?

Uticaj dizajna ambalaže na izbor	Broj ispitanika	%
1	13	12.26
2	11	10.38
3	9	8.49
4	32	30.19
5	41	38.68
Ukupno	106	100.00

(1-najmanja važnost, 2-mala važnost, 3 – nemam mišljenje, 4-velika važnost, 5- najveća važnost)

Uticaj dizajna ambalaže na izbor parfema prilikom kupovine prikazan je u tabeli 11 i ocenjen je od strane ispitanika na sledeći način. Najveći broj je onih ispitanika koji misle da je dizajn od presudnog značaja prilikom izbora i kupovine parfema, njih je 38,68%, zatim slede oni koji su se složili da u velikoj meri utiče, sa 30,19%. Najmanji broj ispitanika nije dao mišljenje o uticaju dizajna na izbor tj. kupovinu. Oni ispitanici koji su se složili da dizajn ima veoma mali uticaj ili skoro nikakav na izbor parfema prilikom kupovine, ima najmanje, sa manje od 13%.

Ako poredimo uticaj dizajna ambalaže na izbor parfema podeljeno prema polu (prikazan u tabeli 12), dolazimo do sledećih rezultata. Najveći deo ženske populacije koja je odgovorila na ovo pitanje, njih 41,79% se izjasnio da dizajn ima najviše uticaja prilikom izbora parfema, dok se 23% složilo sa činjenicom da u velikoj meri ima uticaja. Neopredeljenih i onih koji misle da nema uticaja dizajn na izbor parfema je po 5%.

Jedna trećina muškaraca misle da u najvećoj meri dizajn utiče na izbor prilikom kupovine. Takođe velik broj je ispitanika koji misle da ima dosta uticaja dizajn na izbor parfema i to 23%. Činjenica da

Tabela 10: Odgovori na pitanje: Da li ograničenost serije (limited edition), nekog parfema utiče na vaš izbor?

Uticaj ograničene serije	Broj ispitanika	%
1	34	32.08
2	31	29.25
3	7	6.60
4	11	10.38
5	23	21.70
Ukupno	106	100.00

Tabela 12: Odgovori na pitanje: Unakrsni pregled ocene uticaja dizajna prema polu

Pol	Uticaj dizajna na izbor parfema					Ukupno
	1	2	3	4	5	
Ženski	5	6	5	23	28	67
Muški	8	5	4	9	13	39
Ukupno	13	11	9	32	41	106

dizajn nije presudan za izbor parfema sa 20,51% glasova, dok je najmanje onih koji nemaju stav o ovom faktoru kao i da je mali uticaj dizajna na izbor parfema sa oko 11% glasova.

Uticaj ograničenosti serije na izbor proizvoda prikazan je u tabeli 13. Ako pogledamo ispitanike koji poseduju završenu osnovnu školu najviše njih (38,46%), se složilo da ograničenost serije nema nikakvog uticaja na izbor parfema, a da ima malog uticaja sa 30,46%, dok se 23,08% ispitanika saglasilo da je ograničenost serije od presudnog značaja za izbor parfema. Veoma mali broj njih sa 7,69% je iskazalo stav da ograničenost serije ima priličan uticaj na njihov izbor.

Kada posmatramo kupce parfema koji imaju završenu srednju školu videćemo 36,67% ispitanika misli da ograničenost serije ima veoma malog uticaja prilikom kupovine. 25,67% misli da ograničenost serije uopšte nema uticaja na njihov izbor. Njih 20% se slažu da je ograničenost serije od najvećeg značaja, dok je 10% smatra da ima veliki uticaj.

Kupci parfema koji su učestvovali u anketi a završili su višu školu jedinstveni su u stavu da ograničenost serije ima najviše uticaja prilikom kupovine parfema, jer je tačno jedna trećina ispitanika glasala na ovaj način. Međutim, veliki je broj i onih koji misle da ograničenost serije nema ili ima veoma malog značaja, sa 26,67 i 20%. Najmanje je onih koji misle da ima dosta značaja i onih koji se nisu izjašnjavali o značaju sa svega 6,67%.

Fakultetski obrazovani ispitanici koji su jedinstveni u stavu da ograničenost serije nema apsolutno nikakvog značaja prilikom izbora parfema čini tačno jednu trećinu ispitanika. Takođe je veliki broj i onih koji misle da je jako mali uticaj sa 25,64%. Ispitanici koji misle da ima velikog značaja je 17,95%, dok je onih koji nemaju stav o ovome 10,26%.

Ako posmatramo ispitanike koji poseduju diplomu specijalističkih ili doktorskih studija složni su u stavu da ograničenost serije nema apsolutno nikakvog značaja (44,44%). Trećina ispitanika misli da ima veoma malog uticaja, a najmanje njih da je ovaj uticaj njima najvažniji kada kupuju parfem.

Tabela 13: Odgovori na pitanje: Unakrsni pregled ocene uticaja ograničene serije proizvoda u odnosu nivo obrazovanja ispitanika

Nivo Obrazovanja	Uticaj ogranič.serije na izbor parfema					Ukupno
	1	2	3	4	5	
osnovna	5	4	0	1	3	13
Srednja	8	11	2	3	6	30
Viša/Visoka	4	3	1	2	5	15
Fakultet Master	13	10	4	5	7	39
doktorske studije	4	3	0	0	2	9
Ukupno	34	31	7	11	23	106

Tabela 14: Odgovori na pitanje: Unakrsni pregled ocene uticaja luksuznog pakovanja po starosti

Starost	Uticaj luksuznog pakovanja na izbor parfema					Ukupno
	1	2	3	4	5	
Do 20	1	1	11	1	7	21
21-30	2	3	7	8	11	31
31-40	2	2	2	14	6	26
41-50	2	1	3	3	4	13
51-60	6	3	0	0	1	10
61>	3	1	0	0	1	5
Ukupno	17	11	23	26	29	106

(1-najmanja važnost, 2-mala važnost, 3 – nemam mišljenje, 4-velika važnost, 5- najveća važnost)

Uticaj luksuznog pakovanja na izbor parfema analiziran je prema godinama starosti ispitanika i prikazan u tabeli 14. Mlađima od 20 godina luksuznost pakovanja nije interesantan jer više od polovine ispitanika nema uopšte stav o ovom faktoru. Nasuprot njima tačno jedna trećina svih misli da je luksuzno pakovanje najpresudnije prilikom izbora parfema. Onih koji misle da u veoma maloj ili nikakvoj meri luksuznost pakovanja utiče na njihov izbor pri kupovini parfema je manje od 5%.

35,48% ispitanika starosti od 21 do 30 godina misli da je dizajn presudan za izbor parfema. 25,8% glasova od ispitanika složilo se da u velikoj meri luksuznost parfema ima uticaja pri izboru parfema, a tačno 22% ispitanika nema uopšte stav, dok oni koji misle da ima veoma malog uticaja ili nikakvog je manje od 10%.

Kod ispitanika starosti 31-40 godina više od jedne polovine ispitanika misli da je u velikoj meri luksuzno pakovanje zaslužno za njihov odabir parfema sa 54%, a njih 23% misli da je luksuznost presudna za njihov izbor. Uzdužanih ispitanika i ispitanika koji misle da luksuzno pakovanje ima veoma malog ili nikakvog uticaja je manje od 8%.

Ispitanici koji su glasali o presudnosti uticaja luksuznog pakovanja na njihov izbor pri kupovini parfema starosti 41-50 godina čine skoro jednu trećinu svih ispitanika. 23% se slažu da u velikoj meri utiče luksuznost pakovanja na njihov izbor, a ostali se nisu izjašnjavali.

Dve trećine ispitanika starijih od 51 godine je glasalo da nema nikakvog uticaja, a po 20% je glasalo da luksuznost pakovanja ima presudan uticaj ili ima malog uticaja.

Slična situacija je i kod najstarijih ispitanika tj. starijih od 61 godine. Najstarijih ispitanika koji su glasali da je luksuznost pakovanja presudno za njihov izbor parfema ima samo 10%.

4. ZAKLJUČAK

Ambalaža kao veza između kupca i tržišta pokazala se važnim faktorom na koji potrošači obraćaju pažnju prilikom kupovine, iako pri kupovini istih proizvoda usmeravaju pažnju i na druge faktore poput cene i kvaliteta, koji su odlučujući za izbor proizvoda.

Kao jasan zaključak može se izvući činjenica da se potrošači na osnovu dobrog dizajna lakše odlučuju za kupovinu određenog proizvoda i da poistovećuju lepše dizajniran proizvod sa boljim kvalitetom, i tada su spremni i da više plate pri kupovini istog.

Najčešće je pakovanje poslednja ili jedina šansa da se utiče na kupca. Ambalaža igra veoma značajnu ulogu u privlačenju pažnje potrošača, pružanju informacija o proizvodu, a vrlo često utiče i na donošenje odluke o kupovini.

Anketom se došlo do rezultata koji potvrđuju veliku ulogu dizajna ambalaže najviše pri privlačenju pažnje, a zatim i kod procesa odlučivanja kada je potrebno odlučiti se za izbor jednog od proizvoda sličnih karakteristika. Svakako da je uloga jarkih i prepoznatljivih boja veoma bitna u samom dizajnu proizvoda jer prepoznatljive boje kupci parfema lako vezuju za određeni brend, a samim tim i određeni garantovani kvalitet istog. Kupci svakako cene dobar dizajn i kupujući proizvod doprinose njegovoj ulozi prilikom prodaje.

5. LITERATURA

- [1] Arsić Z., Ambalaža – imovinskopравни i ekološki aspekti, Univerzitet u Novom Sadu, 2003.
- [2] Babić M., Babić Lj., Tehnologija poljoprivrednih proizvoda - Ambalažni materijali, Materijal sa predavanja, Poljoprivrednifakultet - Beograd, <http://polj.uns.ac.rs>, 2011.
- [3] Vaitabedijan A, Istorija dizajna, Institut Politehnika, Beograd.
- [4] Đorđević M., Ambalaža i plasman, Časopis Mliječarstvo 22 (4), Hrvatska mliječarska udruga, Zagreb, 1972,
- [5] Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu, Službeni glasnik Republike Srbije br.36/2009
- [6] Jančetočić M., Komercijalno poznavanje robe, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1997. godina.
- [7] Međunarodni institut za pakovanje, International packaging institute, <http://www.ipi.eu>
- [8] Milosavljević M., Maričić B., Gligorijević M., Osnovi marketinga, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta. 2007. Beograd..
- [9] Čurčić S., Labović D., Poboljšanje performansi proizvoda procesima pakovanja, Festival kvaliteta, Zbornik radova CD, Kragujevac, 2009.
- [10] Navalusić S., Industrijski dizajn, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010
- [11] Pikula J., Brendiranje u trgovinskom menadžmentu i uloga dizajna, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2013.
- [12] Starićević, N., Suvremena ambalaža, I. dio, Školska knjiga, Zagreb, 1982.
- [13] Čurčić S., Labović D.: Poboljšanje performansi proizvoda procesima pakovanja, Festival kvaliteta, Zbornik radova CD, ISBN 978-86-86863-33-7 Kragujevac, 2009.
- [14] Cvetković D., Marković D., Dizajn pakovanja, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2010

PROIZVODNI FAKTORI KOJI UTIČU NA POPREČNU RASTEZLJIVOST CLUPAK PAPIRA

PRODUCTION FACTORS AFFECTING THE CD STRETCH OF CLUPAK PAPER

*Husejin Duraković, Almir Muftić, Edina Husić
Natron-Hayat d.o.o, Maglaj, BiH*

Izvod

Ovaj rad se bavi istraživanjem proizvodnih tehnoloških faktora koji utiču na vrednosti poprečne rastezljivosti clupak papira, kao jedne od najvažnijih mehaničkih osobina. Istraživanja koja su vršena u proizvodnim uslovima utvrdila su da na ovu veoma važnu osobinu clupak papira utiču sledeći faktori: koncentracija mase pri primarnom i sekundarnom mlevenju celuloznih vlakana, orijentacija vlakana pri formiranju papirnog lista na dugom situ, sila zatezanja papirne trake u toku proizvodnje papira, sila zatezanja sušnih sita, to jest, pritisak sušnih sita na papir u kontaktu sa sušnim cilindrima, vlaga papira pri krepovanju i temperatura ulaznog vazduha u visokoučinsku haubu.

***Ključne riječi** clupak papir, poprečna (CD) rastezljivost, visoka koncentracija mase (HC), niska koncentracija mase (LC), mlevenje mase*

Abstract

This paper analyzes the production and technological factors that affect the value of the CD stretch of clupak paper, as one of the most important mechanical properties. The studies that were carried out under production conditions established that this very important property of clupak paper is affected by: the concentration of mass in the primary and secondary refining of the cellulose fibers, orientation of fibers in forming the paper sheet on a long sieve, tensile force of the paper roll in the production of the paper, tension force on drying sieves, i.e. the pressure of the drying sieve on the paper in contact with the dry cylinders, the moisture in the paper while creping and inlet air temperature in the high-efficiency hood.

***Key words:** clupak paper, transverse stretching, high mass concentration, low mass concentration, pulp refining*

1. UVOD

Sušenjem papira dolazi do promjene njegovih fizičko mehaničkih osobina. U toku sušenja sva nevezana vlaga se nalazi između pojedinih vlakana u kapilarama istih, a dio vode je vezan u ćelijskoj opni. Radi oduzimanja vode vlakna mijenjaju svoje dimenzije što uzrokuje fizičko-hemijske promjene, kao što su gipkost, elastičnost, hidrofilnost i čvrstoća, a kao posljedica je skupljanje papirnog lista.

Na skupljanje papirne trake utiče sila površinskog napona vode koja se isparava u toku sušenja. Te sile udružuju grupišu pojedinačna vlakna koja utiču na povećanje gustoće papirnog lista.

Kod prisustva dobro hidratiziranih vlakana ona dolaze u neposredni kontakt, te poslije odstranjivanja vode stvaraju se dobri uslovi za formiranje vodikovih veza između slobodnih OH grupa na površini mikrofibrila dva susjedna vlakna. Na ovaj način se stvara osnovna veza između vlakana. Prema nekim istraživačima do početka stvaranja veza između vlakana dolazi kada je vlažnost papira ispod 60 %, a dok skupljanje papira započinje kod vlažnosti papirne trake od 45 %. Jačina međuvlaknastih veza raste sa količinom odstranjene vode iz papira, a paralelno se povećavaju mehanička svojstva dužine kidanja i otpornost na pucanje.

Uzdužna i poprečna rastezljivost clupak papira zavisi od više različitih tehnoloških parametara, kao što su:

- a/ Mljevenje celulozne mase visoke koncentracije (HCR),
- b/ Mljevenje celulozne mase kod niske koncentracije (LC),
- c/ Odnos isticanja mase, brzine mase iz natoka/ brzina sita (J/W),

- d/ Sila zatezanja papirne trake u sušnoj skupini,
 - e/ Sila zatezanja sušnih filčeva,
 - f/ Vlaga papira prije krepuvanja,
 - g/ Temperature vrelog vazduha u visoko - učinskim haubama,
- Uticaj ovih faktora na poprečno (CD) rastezanje clupak papira su pojedinačno istraživani na PM4.

2. MLJEVENJE CELULOZNE MASE VISOKE KONCENTRACIJE NA RAFINERIMA (HCR)

Mljevenje celuloznog vlakna se vrši na HC i LC rafinerima - mlinovima. Pri proizvodnji clupak papira neophodno je vršiti mlevenje vlakana prvo na HC pa onda na LC mlinu. Prilikom mlevenja vlakana na HC mlinu nivo celulozne mase u kadama nakon mljevenja mora biti niži (cca 40 %) kako se ne bi izgubila energija koju je vlakno dobilo mljevenjem na HC mlinu.

Mlevenje celuloznog vlakna na mlinovima se određuje *stepenom mljevenja*, koji se mjeri posebnim aparatom.

2.1 Režim rada pri mljevenju celuloznog vlakna na HCR-u

Mljevenje celuloznog vlakna na HCR-u sada se vrši kod koncentracije 32-35%, a ne kao što je bilo do sad, sa 28-30 %, jer se ovakvom promenom dobijaju bolje mehaničke osobine papira.

Prednosti ovog režima mljevenja su:

- Manje skraćivanje vlakana - posno mlevenje,
- Veća je fibrilizacija vlakana - masno mlevenje

Efekti ovakvog mlevenja su:

- Veća dužina kidanja i istezanja papira,
- Veće skupljanje papira,
- Veće TEA vrijednosti papira.

Mljevenjem celuloznog vlakna na HCR-u u visokoj koncentracije postiže se:

- bolje istezanje papira u poprečnom pravcu,
- veći porozitet pri istom 0SR ,
- veći TEA indeks - indeks probijanja,
- veći indeks prskanja pri istom stepenu mljevenja,
- bolji odnos uzdužnog i poprečnog zatezanja od istog kod mljevenja pri niskoj koncentraciji,
- investicioni i eksploatacioni troškovi za mljevenje u visokoj koncentraciji su nešto veći nego kod mljevenja pri niskoj koncentraciji.

3. MLJVENJE MASE NA LC MLINOVIMA

Mljevenje celuloznog vlakna u niskoj koncentraciji (na LCR-u) poslije mljevenja u visokoj koncentraciji (na HCR-u) je slijed koji se koristi kod proizvodnje clupak papira. Mljevenjem celuloznog vlakna u niskoj koncentraciji poslije mljevenja u visokoj koncentraciji se dobije:

- Povećan indeks zatezanja papira,
- Povećan stepen mljevenja celulozne mase,
- Smanjen porozitet papira,
- Veće poprečno skupljanje papirne trake usljed povećanog stepena mljevenja.

4. ODNOS ISTICANJA CELULOZNE MASE NATOK - SITO: J/W

Orijentacijom celuloznih vlakana na formirajućem situ papir mašine može se uticati na MD i CD mehaničke osobine papira koji se proizvodi. Ako se proizvodi kraft papir orjenacija vlakana će biti veća u uzdužnom smjeru. Međutim ako se želi ujednačenost mehaničkih osobina u MD i CD smjeru, kao što je slučaj kod izrade clupak papira, onda se može postavkom odnosa brzine isticanja mase i brzine sita

uticati na to da se ove osobine približe, što će pozitivno djelovati kod prerade papira u vreće. Ovo će omogućiti proizvodnju vreća visokog kvaliteta koja se može koristiti pri punjenju praškastih materijala pri velikim brzinama.

5. NATEGNUTOST PAPIRNE TRAKE U SUŠNOJ SKUPINI

Ako uzmemo uzorak papirnog lista poslije sita papir mašine i osušimo ga bez zatezanja on pokazuje u oba smjera skoro iste osobine skupljanja. Skupljanje papira prije sušenja daje papiru određenu rastezljivost, kao i promjenu dimenzija uz promjenu klimatskih uslova. Dimenzionalna promjena kod vlaženja je manja što je manje bilo skupljanje papira tokom sušenja i obratno. Najmanje se skupljaju papiri koji sadrže tekstilna vlakna, kao i papiri sa velikom količinom drvenjače. Mnogo više su podložni skupljanju papiri izrađeni iz celuloznih vlakana sa visokim stepenom mljevenja, a posebno papiri od sulfite celuloze.

Kod sušenja papira na sušnim cilindrima papir je u zategnutom stanju. To se odražava na osobine papira koje se razlikuju od onih koje papir ima ako se suši u nezategnutom stanju. Papir skinut sa sita papir mašine na gauč valjku, te osušen bez zatezanja ima znatno veća mehanička svojstva, a posebno dužinu kidanja i pucanja. Posebno otpornost na kidanje opada skoro proporcionalno sa zatezanjem papirne trake. Kod zatezanja papira od 3,5 [kN/m] padne za oko 40 – 50 %. Uzdužna otpornost na cijepanje nešto poraste sa porastom zatezanja papirne trake i to u početku radi orijentacije vlakana, a kasnije također počne opadati. Povećanjem zatezanja papirne trake opada dužina kidanja u poprečnom smjeru. Takođe se mijenja i odnos između uzdužne i poprečne dužine kidanja sa povećanjem zatezanja papirne trake kao posljedica orijentacije vlakana.

Zatezanje papirne trake u uzdužnom smjeru je tim manje što je bilo veće zatezanje papirne trake u toku sušenja. Svakako u tom slučaju poraste poprečna rastezljivost.

Skupljanje papira u toku sušenja uzrokuje nastanak gušćeg i jačeg papirnog lista, pošto dolazi do čvršće veze između vlakana preko polarnih OH grupa.

Manje skupljanje automatski daje manju gustoću i čvrstoću papirnog lista. Kao što se vidi iz navedenog možemo u toku sušenja do određene granice uticati na osobine papira, ako izaberemo primjenu tehnologije sušenja i zatezanja papirne trake u toku sušenja. Na ovaj način možemo uticati na slijedeće osobine papira: dužinu kidanja, otpornost na pucanje, rastezljivost, gustoću, upijanje, porozitet i dimenzionalnu stabilnost.

Način uticaja zatezanja papirne trake u sušnoj skupini na rastezljivost papirne trake:

→Povećanjem MD zatezanja → Smanjuje se MD rastezljivost →a povećava se CD rastezljivost

6. NATEGNUTOST SUŠNIH FILČEVA

Skupljanje papira zavisi od vrste i karakteristike celuloznih vlakana i njihovih hidratantskih osobina koje opet zavise od hemijskih osobina vlakana, od prisustva kemiceluloze, količine lignina, od stepena mljevenja celulozne mase, kao i uslova izrade samog papira na papirnom stroju. Tu je vrlo važna rastezljivost papirne trake na mokrom i sušnom dijelu papir mašine. Do najvećeg skupljanja papira dolazi po debljini papirne trake i to 1,5 do 2 puta. Ova vrsta skupljanja se ne može spriječiti. Promjenu dimenzija papirne trake u drugim smjerovima dobrim dijelom sprečava zatezanje papirne trake u uzdužnom smjeru. Sušni filčevi igraju vrlo važnu ulogu u skupljanju papirne trake jer se povećanjem nategnutosti sušnih filčeva i njihovim povećanim pritiskom na papir i cilindar sprečava kako uzdužno tako i poprečno skupljanje papirne trake. Ipak je poprečno skupljanje papirne trake daleko veće od uzdužnog. Odnos uzdužnog i poprečnog skupljanja papirne trake zavisi od zatezanja papirne trake na mokrom(gauč valjak – I nip) i sušnom dijelu papir mašine.

7. VLAGA PAPIRA PRIJE KREPOVANJA

Na CD skupljanje papirne trake prilikom sušenja vrlo značajnu ulogu igra vlaga papirne trake prije clupak cilindra - prije krepovanja. Uobičajena vlaga papirne trake prije krepovanja je od 38 do 45 %. Ako je vlaga papirne trake viša onda će skupljanje papirne trake prilikom daljeg sušenja biti veće iz

razloga što papirna traka nakon postizanja zadane vrijednosti vlage i krepovanja dolazi na cilindre i visokoučinske haube sa višom temperaturom što će za posljedicu imati veće skupljanje papirne trake ako je papirna traka vlažnija. Ako je vlaga prije krepovanja niža onda će i skupljanje papirne trake bit manje, što je povoljnije za proces prerade papira u vreće.

8. TEMPERATURA NA VISOKO UČINSKIM HAUBAMA

Temperatura na visokoučinskim haubama je obično od 130 do 165 °C u zavisnosti od željenih poprečnih mehaničkih osobina papira koji se proizvodi. Analizirajući uticaj temperature na skupljanje papirne trake po širini došlo se do zaključka da manja temperatura na haubama utiče na manje skupljanje papirne trake po širini, što povoljno utiče na efikasnost prerade clupak papira u vreće. Prilikom istraživanja je utvrđeno da se vrijednost temperature može smanjiti ispod razumnih granica, i to do nivoa od oko 80 °C, a da je vrijednost poprečnog skupljanja papira bila dovoljna da obezbjedi prolazne rezultate proizvedenog papira.

9. REZULTATI INDUSTRIJSKOG ISTRAŽIVANJA

Imajući u vidu značaj i uticaj poprečne rastezljivosti papira na mogućnost brze prerade istog u vreće neophodno je bilo preduzeti korake u promjeni procesa proizvodnje kako bi navedeno mehaničko svojstvo bilo manje, a papir zadovoljio tražene parametre. U tabeli koja slijedi su date vrijednosti poprečne rastezljivosti prije i poslije korekcije procesa.

Tabela 1. Vrijednost poprečne rastezljivosti papira bez i sa podešavanjem procesa proizvodnje (bold tekst)

Datum	Broj tambura	Vrsta papira	Rastezljivost [%]	HCR [kWh/tp]	LCR [kWh/tp]
18.01.2014. normalan rad	272	NHSX 80	9,96	205	2X60
	273		9,50	205	2X60
	274		10,04	205	2X60
	275		9,92	205	2X60
24.01.2014. proba	359	NHSX 80	9,46	180,0	1x75,0
	360		9,57	180,0	1x75,0
	361		9,39	180,0	1x45,0
	362		9,03	180,0	1x50,0
16.01.2014. normalan rad	236	NHSX 90	10,12	215	2X60
	237		10,03	215	2X60
	238		10,21	215	2X60
	239		10,34	215	2X60
25.01.2014. proba	375	NHSX 90	8,67	140	0
	376		8,63	140	0
	377		8,57	140	1x40
	378		8,30	140	1x40

Iz prethodne tabele se vide pomaci kada je u pitanju smanjenje poprečne rastezljivosti papira kada se koriguje proizvodni proces.

Na papir mašini na kojoj je vršeno podešavanje procesa proizvodnje je 2007.godine urađena rekonstrukcija i sa proizvodnjom i dokazivanjem garantovanih parameta se krenulo u Februaru 2008.godine. Dokazivanje papir mašine je uspjelo, ali je ostalo nekoliko sitnih detalja koje je trebalo vremenom popravljati da bi se napravio papir koji može zadovoljiti svjetsko tržište. Jedna od osobina papira koja nije bila korektna je poprečna rastezljivost papira koja je bila previsoka i smetala je prilikom konverzije takvog papira u vreće.

Na ovom problemu se puno radilo i došlo se do određenih rezultata, što se vidi iz predhodne tabele i slika koje slijede.



Slika 1. Pogonska strana, Februar 2008.godine



Slika 2. Radna strana, Februar 2008. godine



Slika 3. Pogonska strana 01.02.2014.godine



Slika 4. Radna strana 01.02.2014.godine



Slika 5. Pogonska strana 20.02.2014.godine



Slika 6. Radna strana 20.02.2014.godine

Iz predhodnih slika se može vidjeti uticaj određenih tehnoloških parametara na poprečno skupljanje papirne trake.

10. ZAKLJUČAK

Analizirajući faktore koji utiču na poprečnu rastegljivost clupak papira došlo se do slijedećih zaključaka:

1. Mljevenjem celuloznih vlakana na HC rafinerima, kod koncentracije od 32-35%, pored povećanja ostalih mehaničkih svojstava papira, u velikoj mjeri povećava se i poprečno skupljanje papirne trake. U našem slučaju uticaj HCR-a na poprečno skupljanje papira je preko 70 %;
2. Mlevenjem celulozne mase u niskoj koncentraciji (LCR) poprečno se skuplja papir za 5%;
3. Orijentacija vlakna MC/CD utiče na poprečno skupljanje papira, ali se vrijednost tog skupljanja eksperimentalno nije mogla utvrditi;
4. Povećanjem nategnutosti papirne trake u sušnoj skupini smanjuje se uzdužna, a povećava poprečna rastegljivost papira. Ovaj parametar utiče na poprečno skupljanje papira i do 5 % ukupnog skupljanja,
5. Veća nategnutost sušnih sita negativno utiče na uzdužno i poprečno skupljanje papirne trake prilikom proizvodnje clupak papira,
6. Veća vlaga papirne trake, prije uredjaja za krepovanje, povećava skupljanje papira - poprečnu rastegljivost i do 10 % ukupnog skupljanja papirne trake,
7. Temperatura vrelog vazduha u visoko-učinskim haubama takodje utiče na poprečno skupljanje papirne trake. Kod ovog fenomena u procesu sušenja, poprečno skupljanje može da se ostvari i do 10% ukupne vrednosti, povećanjem temperature u sušnoj haubi.

11. LITERATURA

1. Duraković H., „Proizvodnja clupak papira“, Planjax Tešanja 2010.godine,
2. Tehnička dokumentacija PM-4, Natron-Hayat, firma SANO Japan
3. Plan pogonskih istraživanja optimizacije procesa proizvodnje clupak papira (2014).

Corresponding author:

Husejin Duraković,

„Natron-Hayat“ d.o.o. Maglaj

Liješnica b.b. Maglaj, BiH

husejin.durakovic@natron-hayat.ba

AGRICULTURAL BIOMASS AS RESOURCE FOR BIOETHANOL PRODUCTION IN BULGARIA

AGRIKULTURNA BIOMASA KAO IZVOR SIROVINA ZA PROIZVODNJU BIOETANOLA U BUGARSKOJ

Ventsislav Blyahovski, Ivo Valchev

Department of Pulp, Paper and Printing Arts, University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria

Abstract

The main guideline of the European energy production is the using of fuels from renewable sources. The investigation is performed for examination of agricultural lignocellulosic biomass supplies in Bulgaria and determination of chemical composition and potential for bioethanol production of main raw materials.

In our study, the potential of producing of sugars from agriculture lignocellulosic materials are estimated by dilute acid, hydrothermal and steam-exploded pre-treatment and cellulase hydrolysis in the second enzyme stage.

Key words: agricultural lignocellulosic biomass, bioethanol, pre-treatment, enzyme hydrolysis

Izvod

Glavna direktiva u porizvodnji energije u Evropi jeste korišćenje obnovljivih izvora. Istraživanje je obavljeno u cilju ispitivanja poljoprivrednih lignoceluloznih biomasa u Bugarskoj i određivanja hemijskog sastava i potencijala za produkciju bioetanola od osnovnih sirovina.

U našem proučavanju procenjen je potencijal proizvodnje šećera od poljoprivrednih lignoceluloznih materijala: razblaženom kiselinom, hidrotermalnom pripremom pomoću pregrejane pare i hidrolizom celulaze u drugoj enzimskoj fazi.

Ključne reči: poljoprivredna lignocelulozna biomasa, bioetanol, priprema, enzimaska hidroliza

1. INTRODUCTION

Hydrolysis refers to the processes that convert the polysaccharides into monomeric sugars. For the process of hydrolysis is used lignocellulosic biomass from agriculture wastes (wheat straw, corn stalks) and from fast growing wood types.

The quality of biomass is respond to: the chemical components and quantity of cellulose, hemicelluloses and lignin, which depend to the type and the age of plant species. Lignocellulosic biomass typically contains 50 - 80% (dry basis) carbohydrates that are polymers of 5C and 6C sugar units.

The conversion of lignocellulosic biomass to ethanol contains three major processes, including pretreatment, enzyme hydrolysis and fermentation of glucose solution to ethanol.

The overall purpose of pretreatment is to break down the shield formed by lignin and hemicellulose, disturb the crystalline structure and reduce the degree of polymerization of cellulose. An effective pretreatment is characterized by several criteria: avoiding size reduction, preserving hemicelluloses fractions, limiting formation of inhibitors (furfurol, hydroxymethylfurfurol) due to degradation products, minimizing energy input, and being cost-effective [1].

It's used different pretreatment methods: physical, chemical, biological and combination between them. As the most common are: hydrothermal treatment (liquid hot water), steam-explosion and the classical hydrolise with sulfuric or another acids. Combination pretreatment by incorporating two or more pretreatment techniques from the same or different categories is also common [2, 3].

For raw materials based on wood types more suitable method for pre-treatment is steam-explosion, because then easier are destroyed the cell walls, which is increased the cellulose hydrolise.

For straw and corn stalks, liquid hot water treatment has an advantage of better control over creating of inhibitors compounds.

After fermentation, ethanol can be recovered from the fermentation broth by distillation or distillation combined with adsorption or filtration, including drying using lime or a salt, addition of an entrainer, molecular sieves, membranes, and pressure reduction [4-7]. The distillation residual solid, including lignin, ash, enzyme, organism debris, residue cellulose and hemicellulose, and other components may be recovered as solid fuel or converted to various value-added co-products [8].

The investigation is performed for examination of lignocellulosic agricultural biomass supplies in Bulgaria and determination of chemical composition and potential for bioethanol production of main raw materials.

2. EXPERIMENTAL

The agriculture raw materials from maize, wheat, sunflower and kenaf stalks, were analysed for cellulose [9], lignin (TAPPI standard T222 om-11), pentosans (BDS 11449:1973), ash (TAPPI standard T211 om-12) and substances soluble in hot water (TAPPI standard T207 cm-08).

The steam-explosion treatment is done in special constructed installation. The raw material is with hydromodul 1:10 in 2 l. reactor. The heating from 100°C to 190°C was done for 60 min with constant recirculation of the liquid phase. After keeping the maximal temperature for 10 min, is opened the automatic valve. The lignocellulosic biomass is realised with 12.8 bar to the dump cyclone with atmosphere pressure. From pressure difference, lignocelluloses stock is additional defibrillated from the explosion. The soluble hemicelluloses are removed with the filtrate during the washing of steam exploded pulp. By the separation of the prehydrolysate from the lignocellulosic mass is effectively reduced the inhibition products as furfural, hydroxymethyl furfural (HMF), and phenolics.

The hydrothermal treatment is done in the same installation and under the same condition as steam-explosion treatment. After keeping the maximal temperature for 30 min the system is cooled below 100°C.

The acid hydrolyse was done in one liter steel lab tanks, rotating in a polyglycol solution in the following conditions:

- hydromodul 1:10;
- dosage of sulfuric acid 1% to the raw material atro amount;
- initial temperature 100°C;
- maximal temperature 140°C;
- time for reaching of the maximal temperature 60 min.;
- keeping time at the maximal temperature 40 min.

The hydrolyse solution is filtrated and separated from the lignocellulosic stock. The wood based raw materials are additional refined on lab disc refiner.

The cellulase complex NS 22086 with activity 1.000 BHU g⁻¹ and β -glucosidase NS 22118 with activity 250 CBU g⁻¹ of Novozymes AS were used for the enzymatic hydrolysis. The enzyme charge of NS 22086 was 5%, while that of NS 22118 was 0.5%, both referred to the mass. The enzymatic treatment was carried out in polyethylene bags in a water bath previously heated to 50 °C, pH 5.0 – 5.6 and reaction time 72 h.

The glucose, cellobiose, xylose, furfural and HMF (5-hydroxymethylfurfural) content were analysed with a Dionex HPLC system, according to the NREL standard biomass analytical procedure [10].

3. RESULTS AND DISCUSSION

In Bulgaria, about 3.5 million tons of lignocellulosic materials that are suitable for processing to bioethanol become waste annually. Wheat straw and maize stalks are main residues in the agriculture. Total amount of wheat straw in Bulgaria is 2 714 500 t/y, from which minimum 20 % can be used for bioethanol production. The available of some generated agriculture residues are 1.1 million t/y of maize stalk, 0.8 million t/y of sunflower stalk and 0.6 million t/y of wheat straw (Fig. 1).

Biomass from plantations of fast growing tree species and annual fiber crops can be an alternative and attractive base for the bioethanol production.

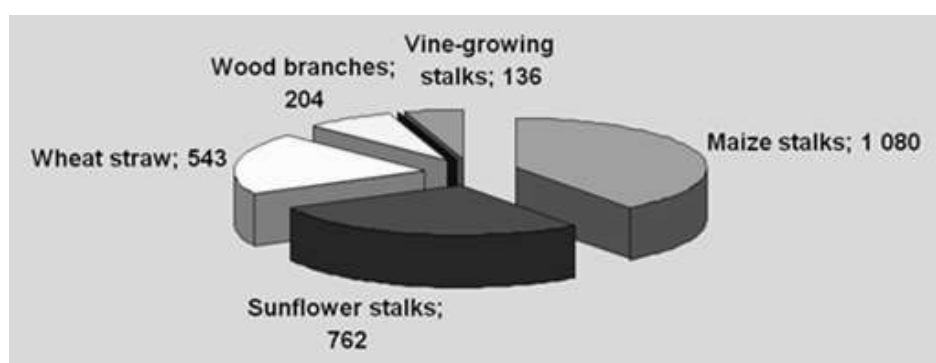


Fig. 1. Available agricultural wastes in Bulgaria, thousand tons per year

The chemical analyses of wheat straw, maize stalks, sunflower stalks and kenaf from different regions of Bulgaria were determined (Table 1). Highest cellulose content was established in kenaf, while the amount of lignin is lowest in maize stalks and kenaf.

Table 1. Composition of the raw materials

Sample	Maize stalks	Wheat straw	Sunflower stalks	Kenaf
Cellulose, %	41.7	44.0	44.3	46.4
Pentosans, %	33.6	33.5	25.1	20.4
Lignin, %	19.0	24.3	23.1	17.8
Hot water soluble subst., %	11.3	5.8	9.2	8.4
Ash, %	6.8	4.6	4.7	3.0

Highest pentosanes content was established in wheat straw and maize stalks, while the lowest amount in kenaf. The amount of ash is drastically higher in the all agriculture raw materials compared to wood, from side of amorphous silicium content.

Maize stalks and wheat straw are hydrolysed in laboratory conditions by dilute acid pre-treatment and cellulase enzymes with sugar yields up to 65% of the theoretical (Table 2). The results from the sunflower stalks and kenaf hydrolyses are only 30% of the theoretical amount, probable due to the specific morphology structure.

Table 2. Results after acid and enzyme hydrolysis

Sample	Maize stalks	Wheat straw	Sunflower stalks	Kenaf
After acid hydrolysis				
Reducing sugars, %	27.2	30.0	12.6	10.3
Soluble substances, %	34.7	35.9	42.9	39.4
After acid and enzyme hydrolysis				
Total Rs, %	47.3	46.7	20.3	20.2
Total soluble substances, %	62.7	60.3	29.2	30.2
Sugar yield, % of the theoretical	62.8	60.3	29.3	30.2

It is found that the acid hydrolysis pretreatment reduces the glucose yield in the subsequent enzyme stage with few percent (Fig. 2). This result can be explained with the particularly hydrolysis of the cellulose

in the first stage. The hemicelluloses hydrolysis is deeper in the acid pretreatment stage and this leads to less xylose yield in the enzyme stage, compared to the hydrothermal pretreatment methods (Fig. 3).

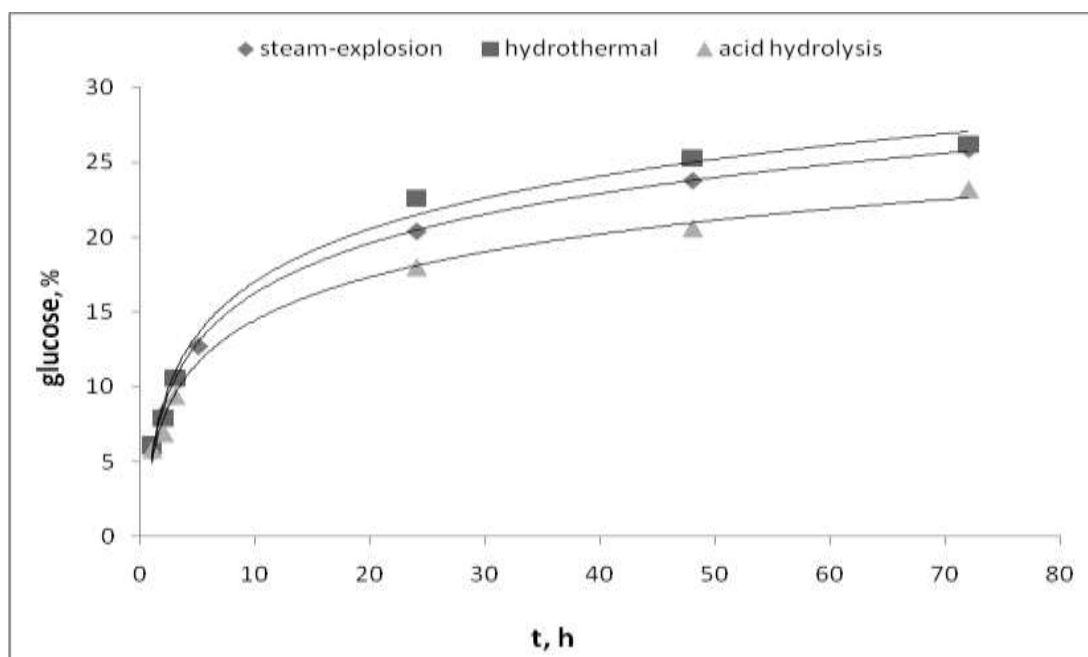


Figure 2. Effect of pretreatment methods on enzyme hydrolysis with NS 22086+NS 22118 at 50°C (glucose % on absolutely dry maize stalks)

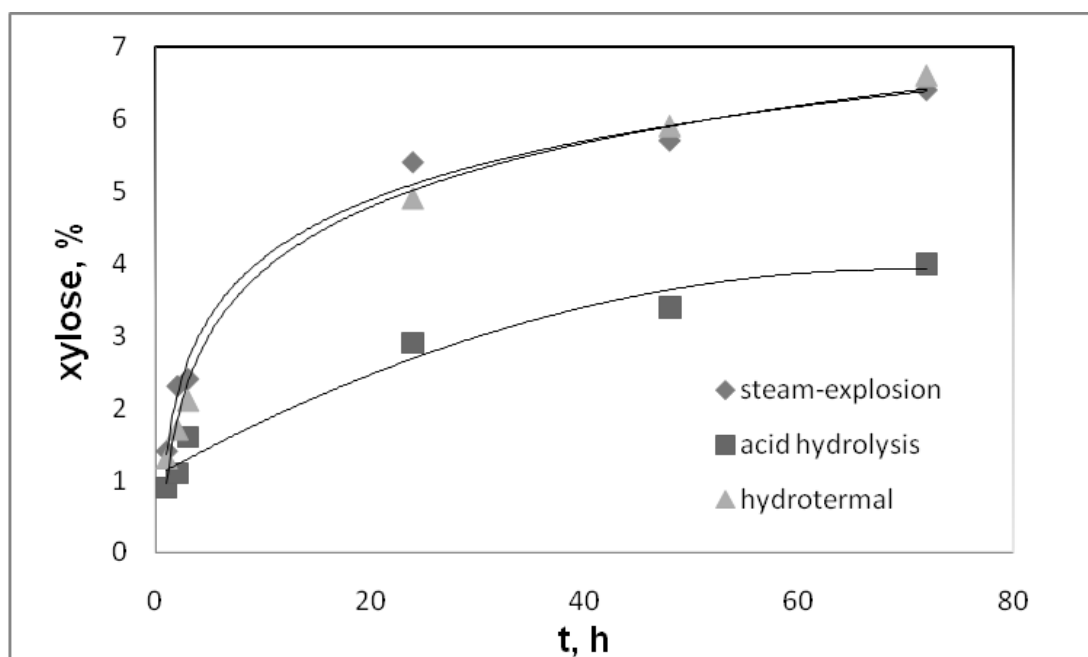


Figure 3. Effect of pretreatment methods on enzyme hydrolysis with NS 22086+NS 22118 at 50°C (xylose % on pre-treated maize stalks)

The analysis of the raw materials for the production of second generation bioethanol in Bulgaria should be done into account of the international experience, namely that the most of the pilot and commercial installations are based on the biomass from annual crops.

As can be seen from Figure 4 the glucose yield in enzyme hydrolysis of hydrothermal pre-treatment maize stalks is with 5% higher compared to wheat straw. After recalculation of this yield on the raw material base, the difference drop to 3 % (Fig. 5) but the total sugars yield from hydrothermal and enzyme treatments is again with 5 % higher for maize stalks (Fig. 6).

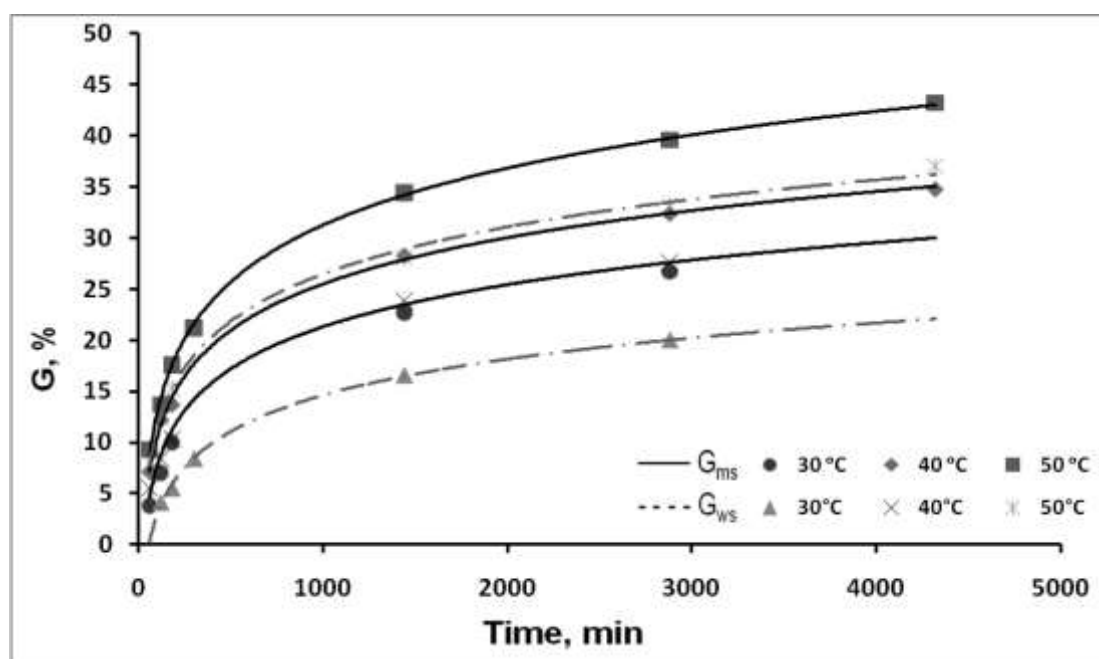


Figure 4. Kinetic curves of the amount of glucose obtained from wheat straw G_{ws} % and from maize stalks G_{ms} % at different temperatures (calculated on the lignocellulosic biomass after hydrothermal treatment)

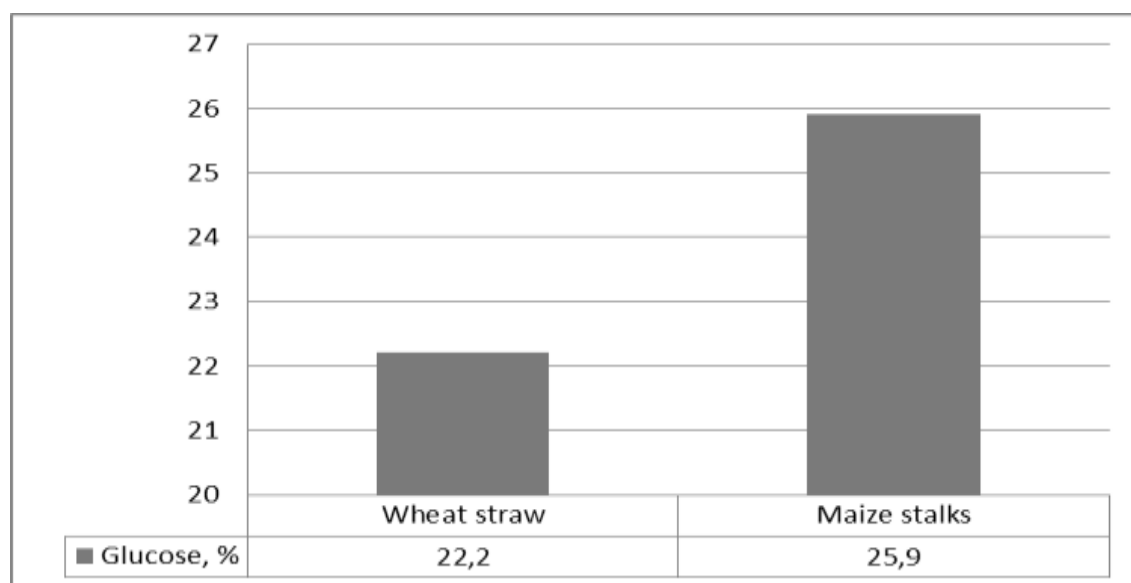


Figure 5. Totally glucose yeild from wheat straw and maize stalks, after the enzyme stage and hydrothermal treatment calculated on absolutely dry lignocellulosic biomass

In explaining the obtaining results must take into account not only the chemical composition of the raw materials, but also the anatomical and the morphological features.

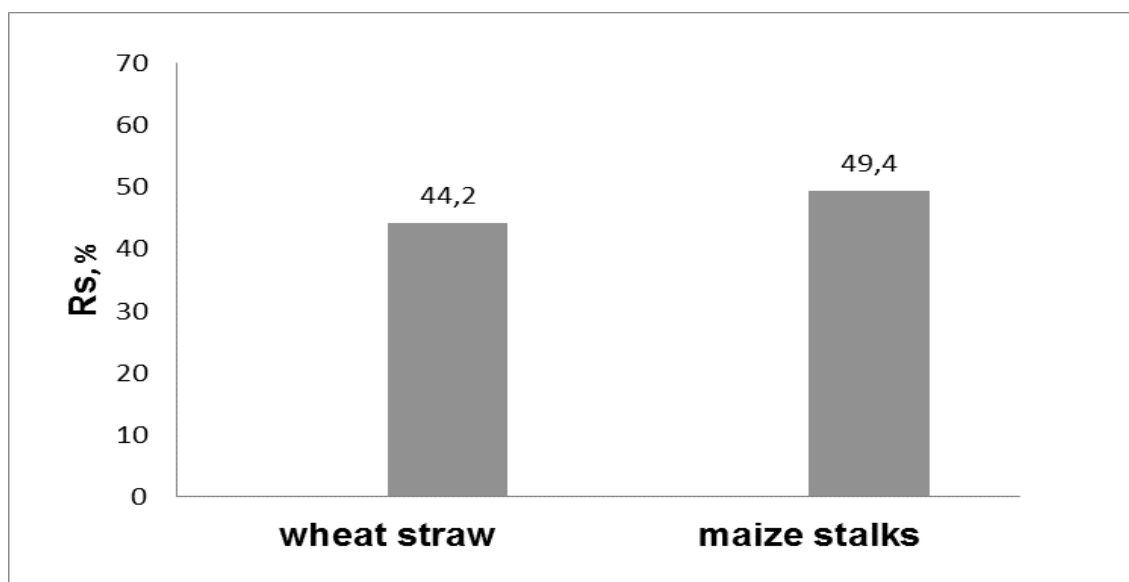


Figure 6. Totally RS from wheat straw and maize stalks, after the enzyme stage and hydrothermal treatment calculated on absolutely dry lignocellulosic biomass

4. CONCLUSIONS

The analysis of Bulgarian lignocellulosic raw material base shows the straw and the maize stalks as the most promising for the bioethanol production that can achieve the highest yield of sugars.

Wheat straw is relatively less suitable for enzyme hydrolysis, compared to maize stalks from side of specific morphologic structure and chemical composition.

Hydrothermal pretreatment is the most effective for processing of annual agricultural crops, because of easy control of the process and the highest yield of glucose. The acid hydrolysis method provides the less glucose, but will be advantageous for efficient utilization of pentose sugars.

5. REFERENCES

- [1] National Research Council. Committee on Biobased Industrial Products, Biobased Industrial Products-Priorities for Research and Commercialization. National Academy Press, 1999
- [2] McMillan J D. Pretreatment of lignocellulosic biomass. In: Himmel M. E, Baker J O, Overend R P (Ed.), editors. Enzymatic Conversion of Biomass for Fuels Production. Washington, DC: ACS Symp Ser. ACS, 1994; 566: 292–324.
- [3] Hsu T -A. Pretreatment of biomass. In: Wyman C E (Ed.), editor. Handbook on Bioethanol, Production and Utilization. Washington, DC: Taylor & Francis, 1996; pp. 179–212.
- [4] Gulati M, Westgate P J Brewer M, et al. Sorptive recovery of dilute ethanol from distillation column bottoms stream. Appl Biochem Biotechnol, 1996; 57/58: 103–119.
- [5] Ladisch M R, Voloch M, Hong J, et al. Cornmeal adsorber for dehydrating ethanol vapors. I&EC Process Des Dev, 1984; 23: 437–443.
- [6] Ladisch M R, Dyck K. Dehydration of ethanol: new approach gives positive energy balance. Science, 1979; 205: 898–900.
- [7] Onuki S, Koziel K A, van Leeuwen J, et al. Ethanol production, purification, and analysis techniques: a review. ASABE, paper No. 085136, Providence, RI. 2008.
- [8] Wyman C E. Cellulosic ethanol: A unique sustainable liquid transportation fuel. MRS Bull, 2008; 33: 381–383.

PROIZVODNJA TOPLOTNE I ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ BIOMASE U INDUSTRIJI CELULOZE

HEAT AND ELECTRICITY POWER GENERATION FROM BIOMASS IN THE PULP INDUSTRY

Šefkija Botonjić¹, Mirko Stanić²

¹ Fakultet za metalurgiju i materijale, Univerzitet u Zenici, Zenica, BiH

² Natron-Hayat d.o.o. Maglaj, Bosna i Hercegovina

Izvod

U uvodnom dijelu rada obrazložena je upotreba biomase sa težištem u industriji celuloze. U prvom dijelu predstavljena je biomasa općenito kao resurs za proizvodnju toplotne i električne energije. U drugom poglavlju opisana je kogeneracija i kogeneracijski procesi. Nakon toga ukratko je opisan tehnološki proces proizvodnje kraft celuloze i izvori biomase. U četvrtom poglavlju rada naveden je praktičan primjer rada kogeneracijskog postrojenja u Natron-Hayatu Bosne i Hercegovine, fabriki za proizvodnju kraft celuloze i papira i predstavljeni postignuti rezultati. Na osnovu dobivenih prvih rezultata rada instaliranog postrojenja izvedeni su zaključci.

Ključne riječi: biomasa, električna energija, toplotna energija, kogeneracija, papir, celuloza

Abstract

In the introductory part, the paper explained the use of biomass focusing on pulp industry. The first chapter presents the general biomass in general, as a resource for the production of heat and electricity. The second chapter describes the cogeneration and cogeneration processes. The following chapter briefly describes the technological process of producing kraft pulp and biomass sources. The fourth chapter presents practical example of a cogeneration plant in the Natron Hayat Bosnia and Herzegovina, a factory for the production of kraft pulp and paper with presentation of obtained results. Conclusions were drawn based on the obtained results of the first installed plant.

Key words: biomass, electricity, heat energy, cogeneration, paper, pulp

1. UVOD

Biomasa je organska supstanca biljnog ili životinjskog porijekla i predstavlja jedan od izvora obnovljive energije koji se koristi u procesima sagorijevanja ili se konvertuje u sistemima za proizvodnju energije (toplotne i električne).

Biomasa se javlja u prirodi ili kao nus proizvod čovjekovih djelatnosti u više pojavnih oblika od kojih su neki:

- otpad biljnog porijekla iz poljoprivrede i šumarstva,
- otpad biljnog porijekla iz prehrambene industrije (za proizvodnju toplotne energije),
- vlaknasti biljni otpad iz proizvodnje celuloze i papira iz celuloze (za proizvodnju toplotne energije iz procesa ko-insineracije),
- otpad porijeklom iz drveno prerađivačke industrije (osim drvnog otpada koji može da sadrži halogenovana organska jedinjenja ili teške metale porijeklom iz sredstava za zaštitu drveta).

Pažljivo planiranim postupkom upravljanja šumskim potencijalom, povećava se prinos biomase koji se može ostvariti iz oblasti šumarstva, odnosno ostatak biomase koja se dobija iz drveno-prerađivačke industrije.

Sagorijevanjem biomase oslobađa se upravo ona količina ugljen dioksida koja je fotosintezom potrošena iz atmosfere (za rast 1 m³ drveta potroši se iz atmosfere 750 kg CO₂).

Sa energetskog stanovišta pod biomasom se podrazumijevaju drvo (šumsko i ostaci iz drvoprerađivačke industrije) i ostaci iz poljoprivrede (slama, stabljike, koštice itd.).

Energetski sadržaj biomase na Zemlji je 20 puta veći od fosilne energije koja se u svijetu potroši.



Sl. 1 - Biomasa



Sl. 2 - Biomasa

Skoro 2/3 stanovništva na Zemlji živi u zemljama u razvoju, od čega 80% koristi biomasu kao izvor energije. Poslije uglja i nafte, biomasa je najveći energetska izvor.

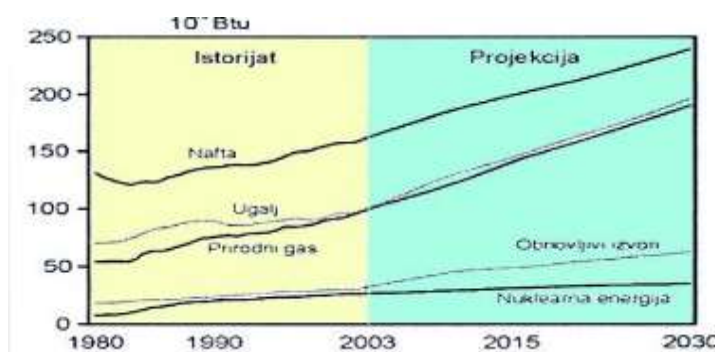
Predviđa se rast upotrebe biomase, tj. do 2050 godine. biomasa će pokrivati 38% potreba za energetskim gorivima i 17% potreba za električnom energijom.

Energija biomase – stanje i perspektive

Biomasa iz drvne industrije čine ostaci i otpad pri rezanju, brušenju, blanjanju kao i pri drugim vrstama obrade drveta.

Osnovne karakteristike pri upotrebi drvne biomase kao energenta iste su kao kod svakog goriva: hemijski sastav, toplotna moć, temperatura samozapaljenja, temperatura sagorijevanja, fizička svojstva koja utiču na toplotnu moć (npr. gustina, vlažnost i dr.).

U ovom radu prezentiran je praktičan primjer kogeneracijskog postrojenja koje služi za proizvodnju toplotne i električne energije iz biomase (kore, piljevine i ostalih drvnih dijelova i blata dobivenog sa tretmanom otpadnih voda) i prezentirani postignuti rezultati na primjeru instaliranog postrojenja u kompaniji Natron-Hayat Bosna i Hercegovina.



Sl. 3 - Svjetska potrošnja energije po tipu u periodu od 1980. do 2030. godine

Tabela 1. - Karakteristike biomase dobijene iz drveta

Parametri	Drvo	Kora
Isparljive komponente	80 %	74,7 %
Vezani ugljanik	19,4 %	24 %
Pepeo	0,6 %	1,3 %

2. KOGENERACIJA I KOGENERACIJSKI KONCEPTI

Kogeneracija (engl. Combined Heat and Power ili CHP) je postupak istovremene proizvodnje električne toplinske energije u jedinstvenom procesu. Kogeneracija koristi otpadnu toplinu koja nastaje uobičajenom proizvodnjom električne energije u termoeenergetskim postrojenjima te se najčešće koristi za grijanje građevina ili čak cijelih naselja i u drugim proizvodnim procesima.

Prilikom klasične proizvodnje električne energije, dio energije odbacuje se u okoliš kao otpadna toplina, a u kogeneraciji ta toplinska energija postaje korisna. Dakle, osnovna prednost kogeneracije je povećana učinkovitost energenta u odnosu na konvencionalne elektrane koje služe samo za proizvodnju električne energije te industrijske sisteme koji služe samo za proizvodnju pare ili vruće vode za tehničke procese.

U prosječnoj termoelektrani na ugljen, iskoristivost postrojenja se kreće od 35 do 40 %. Dakle, više od polovice energije nepovratno trošimo, što kroz hlađenje i kondenzaciju, što kroz gubitke u samom sistemu. Energija koja se gubi u kondenzatoru predstavlja najveći dio ukupne izgubljene energije.

Direktna posljedica visoke efikasnosti kogeneracijskih postrojenja niske su vrijednosti emisija CO₂ u atmosferu pri njihovom radu.

Ukupna učinkovitost kogeneracije iznosi od 70 do 85 % (od 27 do 45 % električne energije i od 40 do 50 % toplinske energije), za razliku od konvencionalnih elektrana gdje je ukupna učinkovitost od 30 do 51 % (električne energije).

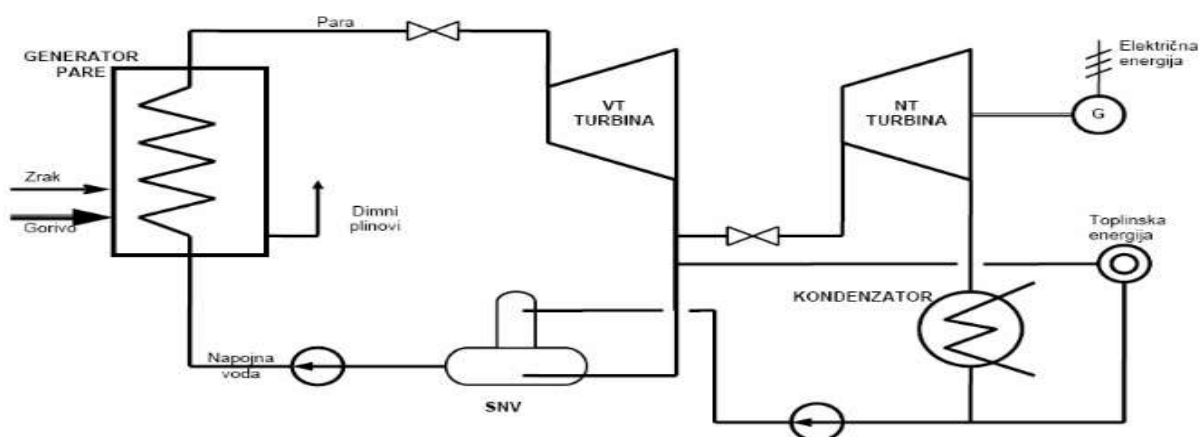
Primjenom kogeneracije u industrijskim postrojenjima, osim uštede primarne energije, smanjuju se mrežni gubici i emisija stakleničkih plinova. Kao primarni energent u industrijskim kogeneracijskim postrojenjima najznačajniji je plin, dok se kod nekih postrojenja kao primarni energent mogu koristiti ostaci iz proizvodnog procesa, kao što je to slučaj u drvnoj i prehrambeno-prerađivačkoj industriji.

Vrste kogeneracijskih postrojenja su:

- postrojenje protutlačne turbine,
- postrojenje kondenzacijske turbine s reguliranim oduzimanjem pare,
- postrojenje plinske turbine s korištenjem otpadne topline dimnih plinova,
- gorive ćelije s rastaljenim karboratima.

Postrojenje kondenzacijske turbine s reguliranim oduzimanjem pare

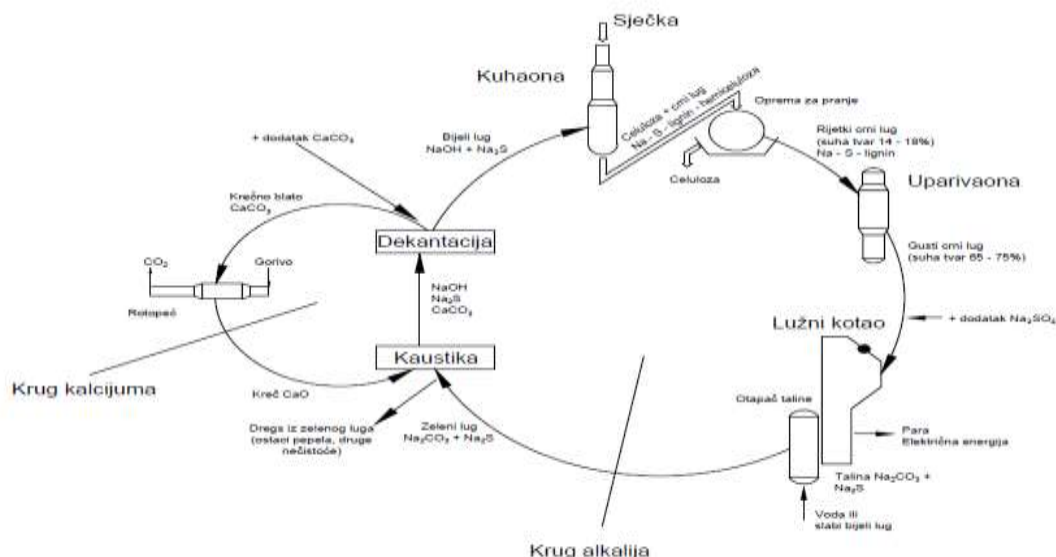
Za ovakav sistem potrebno je imati na raspolaganju turbinu s dva stepena: visokotlačni i niskotlačni. Nakon ekspanzije, u visokotlačnom dijelu turbine vrši se ekspanzija nakon koje dolazi do oduzimanja pare. Sve se to odvija na konstantnom tlaku. Ovaj pogon je povoljniji pošto imamo dva stepena rada: čisti kondenzatorski i čisti protutlačni. Kod čistog kondenzatorskog stepena rada, ne postoji potreba za toplinskom energijom pa se proizvodi samo električna energija. Kod čistog protutlačnog stepena rada, potreba za toplinskom energijom je toliko velika da uopće nema proizvodnje u niskotlačnom dijelu turbine. Realno, protutlačni (čisti) režim se ne može voditi. Niskotlačni dio turbine ne može ostati bez pare (hlađenje).



Sl. 4 - Kogeneracijsko postrojenje s kondenzacijskom turbinom s reguliranim oduzimanjem pare

3. KRATAK OPIS TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE KRAFT CELULOZE I IZVORI BIOMASE

Na slijedećoj slici prikazana je tehnološka šema proizvodnje kraft celuloze. Sa stanovišta nastanka biomase interesantna je prva faza tj. proizvodnja celulozne sječke.



Sl. 5 - Tehnološka šema proizvodnje kraft celuloze

Četinarsko drvo (jela, bor, smreka) sa skladišnog prostora preko stroja za otkoravanje doprema se na sjekira strojeve na kojima se proizvodi celulozna sječka. Drvo se može dopremiti na skladište drveta u obliku trupaca direktno iz šume ili kao sporedni proizvod iz fabrika drvne industrije kao što su pilane ili tvornice šperploča. Trupci se uglavnom dostavljaju sa korom, koju prije sjekira stroja treba odstraniti. Najčešći način odstranjivanja kore sa trupaca izvodi se u bubnjevima. Kora se uklanja dok se trupci kotrljaju međusobno jedan od drugog prilikom prebacivanja rotiranjem bubnja za skidanje kore. Odstranjena kora i trijeske spadaju sa bubnja kroz specijalne odvodne kanale. Otkorano drvo se pere u vodi prije prelaska na sjekira stroj.

Otkorano drvo se na sjekira stroju siječe u sječku pri čemu je veoma važno da je proizvedena sječka iste veličine što u velikoj mjeri utiče na produktivnost procesa i kvalitet proizvedene celuloze. Što je granulometrijski sastav sječke ravnomjerniji manja je potrošnja sirovina. Proizvedena sječka prolazi preko sita da bi se odstranila piljevina i krupnija sječka koja odstupa od zadanog kvaliteta.

Celulozna sječka se dovodi u kontinuirani kuhač.

Pod utjecajem alkalija (NaOH i Na₂S ---- bijeli lug) i toplote (temperatura 160 - 190°C, pritiska 6,8 – 9,5 * 10⁵ Pa) u kuhačima se vrši proces delignifikacije.

Iz navedenog može se zaključiti da prilikom proizvodnje celulozne sječke koja se koristi u procesu proizvodnje celuloze nastaju znatne količine biomase u obliku kore, piljevine i ostalih drvnih dijelova koji su nastali pri separiranju celulozne sječke. Pored toga sa postrojenja za otpadne vode na kraju procesa nastaju znatne količine blata koje u svom sastavu sadrže sagorljive organske materije. Na osnovu literaturnih izvora i praktičnih podataka količina biomase koja nastaje u procesu proizvodnje celuloze čini oko 15% od ukupne upotrijebljene količine sirovinske osnove.

4. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

U Natron-Hayatu instalirano je kogeneracijsko postrojenje za proizvodnju toplotne i električne energije. Parnoturbinska kogeneracija zasniva se na protutlačnim ili kondenzacijsko-oduzimnim parnim turbinama, koje u sprezi s električnim generatorom proizvode toplinsku i električnu energiju. Kao gorivo se koristi biomasa kao vlastiti resurs pri proizvodnji celuloze u obliku kore, piljevine, ostalih drvnih dijelova nastalih separiranjem celulozne sječke i blata sa otpadnih voda. U principu postrojenje se sastoji od tri tehnološke jedinice i to parnog kotla, parne turbine i generatora. Projektovani kapacitet iznosi 35 t/h toplotne i 8,1 MW električne energije sa mogućnošću djelimične ili potpune kondenzacije zavisno od potreba za toplotnom energijom. Pošto Natron-Hayat troši značajne količine toplotne energije u proizvodnji celuloze i papira moguće je do 20 t/h toplotne energije turbinskom kondenzacijom reducirati na 3,5 bara i iste koristiti u tehnologiji. Projektovani kapacitet postrojenja zasnovan je na proizvodnji celuloze na godišnjem nivou od 94.860 tona, 493.272 m³ drveta, odnosno, težinskoj količini drveta

404.483 tone, kore 60.672 tone, piljevine 4.044 tone, blata sa otpadnih voda sa 78% vlažnosti u količini od 30.600 tona. Postrojenja se nalaze u probnom radu.

Na osnovu dobivenih prvih rezultata istraživanja probnog rada postrojenja može se izvesti zaključak da su ista u skladu sa rezultatima koji proističu iz teoretskih predviđanja dobivenih iz literature, sličnim postrojenjima instaliranim u razvijenim zemljama, kao i projektovanim parametrima postrojenja u Natron-Hayatu.

Dobiveni rezultati:

- kao gorivo može se koristiti kora, piljevina, ostali drveni dijelovi koji su nastali pri separiranju celulozne sječke, a u fazi je i dokazivanje mogućnosti korištenja blata sa otpadnih voda kao gorivo.
- Pritisak pare (proizvedene na kotlu) - 62 bara,
- Temperatura pare (izlaz sa kotla) - 460°C,
- Temperatura napojnih voda - 110°C,
- Pritisak napojnih voda - 80 bara,
- Efikasnost kotla - 85% prema TS-EN 12952 sa 75%-100% opterećenjem
- Izlazna temperatura dimnih plinova - 150-160°C

Tabela 2. - Emisija u zrak

Opis	Jedinice	Zahtjevi prema trenutnim pravilima	Zahtjevi prema trenutnim ekološkim pravilima	Dobivene vrijednosti
Prašina	mg/Nm ³	50	50	20
SO ₂	mg/Nm ³			100
CO	mg/Nm ³	250		125
NO _x	mg/Nm ³		300	125
Organska tvar (karbon)	mg/m ³	50		25
Boja dimnih plinova	Ringelman	1		1

- proizvodnja toplotne energije - 35 t/h
- proizvodnja električne energije - 8,1 MW

5. ZAKLJUČCI

Na osnovu dobivenih rezultata u probnom radu postrojenja za kogeneraciju u Natron-Hayatu može se zaključiti da su investicije uspješno realizovane i postignuti rezultati su u skladu sa teoretskim predviđanjima dobivenim iz literature, sličnim postrojenjima instaliranim u razvijenim zemljama, kao i projektovanim parametrima postrojenja u Natron-Hayatu.

Korištenje biomase iz vlastitih resursa, kao goriva, sa stanovišta troška toplotne i električne energije u značajnoj mjeri će uticati na profitabilnost kompanije jer biomasa je nusprodukt prilikom proizvodnje sječke koja do sada nije imala značajnu upotrebnu vrijednost. Za jednu tonu proizvedene pare na kotlu ako se kao gorivo koristi ugalj utroši se 350 kg uglja. Za kapacitet kotla od 35 t/h toplotne energije utrošilo bi se 12.250 kg uglja u vrijednosti 245 € na sat.

6. LITERATURA

- [1] Biomass for power generation and CHP; IEA - Energy Technology Essentials; January 2007.
- [2] Biomass Combined Heat and Power Catalog of Technologies; US EPA; September 2007.
- [3] Van Loo, S., Koppejan, J.; The Handbook of Biomass Combustion and Cofiring; Earthscan; London 2008.
- [4] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Kogeneracija>
- [5] <http://www.green-group.rs/index.php?r=1757>
- [6] <http://www.prozorivrata.com/biomasa-iz-suma-za-proizvodnju-toplotne-elektricne-energije/>
- [7] <http://www.greenpartnerships.eu/wp/wp-content/uploads/Biomasa-11.pdf>

UPRAVLJANJE AMBALAŽNIM OTPADOM KAO USLOV ODRŽIVOG RAZVOJA

PACKAGING WASTE MANAGEMENT AS A CONDITION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Vladimir Pavičević¹, Darko Radosavljević¹, Marina Stamenović², Boban Đurović³

¹ Tehnološko–metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija

² Visoka škola strukovnih studija Beogradska politehnika, Beograd, Srbija

³ JD Vrući izvori d.o.o., Vrnjačka Banja, Srbija

Izvod

Jedan od glavnih ciljeva upravljanja otpadom je smanjenje količina otpada koji se odlaže na deponije primarnim odvajanjem reciklabilnog otpada da bi se smanjio negativan uticaj na životnu sredinu, klimu i zdravlje ljudi, ali i ostvarila ekonomska korist. Odvojeno sakupljanje ambalažnog otpada je u početnom stanju u Srbiji. Osnovano je nekoliko operatera ambalažnog otpada. Ključni izazovi su finansijski i organizacioni. Osnovni zadaci su unapređenje primarnog odvajanja ambalažnog otpada i podizanje javne svesti o značaju i koristima njegovog smanjenja, primarnog odvajanja, ponovnog korišćenja i reciklaže.

Ključne reči: ambalažni otpad, primarno odvajanje, ponovna upotreba, reciklaža

Abstract

One of a main goals of waste management is the reducing of waste disposal by recyclable waste primary separation to minimize the negative impact on the environment, climate and public health., also to achieve economical benefit. Separate collection of packaging waste is at an early stage in Serbia. A number of packaging operators have been established. The key challenges are financial and organizational. The basic objectives are significant improvement of packaging waste primary separation and raising public awareness to the importance and benefits of its minimization, primary separation, reuse and recycling.

Key words: packaging waste, primary separation, reuse, recycling

1 UVOD

Nacionalna strategija održivog razvoja definiše održiv razvoj kao ciljno-orijentisan, dugoročan (kontinuiran), sveobuhvatan i sinergetski proces koji utiče na sve aspekte života (ekonomski, socijalni, ekološki i institucionalni) na svim nivoima [1]. Održivi razvoj je orijentisan na izradu modela koji na kvalitetan način zadovoljavaju društveno–ekonomske potrebe i interese građana, a istovremeno eliminišu, ili značajno smanjuju uticaje koji predstavljaju pretnju ili štetu po životnu sredinu i prirodne resurse. Dugoročni koncept održivog razvoja podrazumeva stalni ekonomski rast, ali takav koji osim ekonomske efikasnosti i tehnološkog napretka, većeg učešća čistijih tehnologija i inovativnosti celog društva i društveno odgovornog poslovanja, obezbeđuje smanjenje siromaštva, dugoročno bolje korišćenje resursa, unapređenje zdravstvenih uslova i kvaliteta života i smanjenje nivoa zagađenja na nivo koji mogu da izdrže činioci životne sredine, sprečavanje budućih zagađenja i očuvanje biodiverziteta. Upravljanje otpadom je navedeno u dva od pet nacionalnih prioriteta održivog razvoja Republike Srbije (dalje RS) – prioritet 4. Razvoj infrastrukture i ravnomeran regionalan razvoj (razvoj komunalne infrastrukture – vodosnabdevanje, prečišćavanje otpadnih voda i upravljanje otpadom) i prioritet 5. Zaštita i unapređenje životne sredine i racionalno korišćenje prirodnih resursa. Sektorski ciljevi održivog upravljanja otpadom su:

- usklađivanje propisa iz oblasti upravljanja otpadom sa direktivama Evropske unije (EU)
- donošenje regionalnih i lokalnih planova upravljanja otpadom
- uspostavljanje organizovanog sistema reciklaže i podsticanje iskorišćenja otpada
- izgradnja infrastrukture za upravljanje komunalnim otpadom (regionalne sanitarne deponije, postrojenja za reciklažu različitih vrsta otpada, postrojenja za kompostiranje i anaerobnu digestiju, postrojenja za tretman opasnog otpada, postrojenja za iskorišćenje energije iz otpada itd)

- sanacija postojećih smetlišta komunalnog otpada i lokacija opasnog otpada
- obrazovanje i razvijanje javne svesti za rešavanje problema upravljanja otpadom.

Vlada RS je 2010. godine usvojila Strategiju upravljanja otpadom za period 2010–2019. godine (dalje Strategija) kojom je obuhvaćeno i upravljanje posebnim tokovima otpada [2]. U njoj se propisuju smernice i mere za smanjenje pritiska na životnu sredinu usled nastajanja i upravljanja otpadom. Sistem je organizovan celovito, uz sve učesnike u sistemu na nacionalnom, pokrajinskom i lokalnom nivou. Strategijom se posebno naglašava značaj sprečavanja, odnosno smanjenja nastajanja otpada, ponovne upotrebe i reciklaže svih vrsta otpada, pa i ambalažnog otpada. Ona je usmerena ka smanjenju uticaja otpada i proizvoda koji će postati otpad na životnu sredinu, pri čemu, da bi bila efikasnije i što potpunije primenjena, ovaj uticaj mora biti smanjen tokom svih etapa životnog veka proizvoda. Otpadne materijale nikako ne treba posmatrati isključivo kao otpad i izvor zagađenja, već kao zamenu za sve oskudnije prirodne resurse (metalične, nemetalične, biljne i životinjske sirovine, kao i energente), tj. sekundarne sirovine koje obavezno treba što bolje iskoristiti. Najvažniji nacionalni ciljevi strategije su sledeći:

- dovršetak prenosa (transpozicije) propisa EU
- organizovanje sakupljanja otpada za više od 90 % stanovništva do 2020. godine
- regionalne sanitarne deponije čvrstog komunalnog otpada za više od 90 % stanovništva do 2020. godine
- smanjenje biorazgradljivog otpada koji se odlaže na deponije u skladu sa ciljevima Direktive o deponijama do 2026. godine
- postizanje ciljeva EU za ponovno korišćenje i recikliranje do 2025. godine
- izdavanje dozvola postrojenjima za upravljanje otpadom do 2014. godine
- potpuni povraćaj troškova od nadoknada korisnika za sakupljanje komunalnog otpada i upravljanje istim najkasnije do 2022. godine.

Da bi se oni ostvarili, neophodno je dobro planirati, a prilikom izrade i primene planova obavezno se moraju uzeti u obzir opšta ključna načela upravljanja otpadom:

- **održivi razvoj** (usklađen sistem tehničko-tehnoloških, ekonomskih i društvenih aktivnosti u ukupnom razvoju, gde se na principima ekonomičnosti i razumnosti koriste prirodne i stvorene vrednosti sa ciljem da se sačuva i unapredi kvalitet životne sredine za sadašnje i buduće generacije; održivo upravljanje otpadom znači efikasnije i racionalnije korišćenje resursa, smanjenje količine otpada i postupanje sa njim tako da to doprinosi celovitom održivom razvoju)
- očuvanje prirodnih vrednosti
- celovitost (integralnost)
- „zagađivač plaća“ i „korisnik plaća“
- primena podsticajnih mera
- zajednička odgovornost
- decentralizacija odlučivanja (supsidijarnost)
- sprečavanje i predostrožnost
- odgovornost proizvođača (zagađivača) i njegovog pravnog sledbenika
- najbolja opcija za životnu sredinu
- zaštita prava na zdravu životnu sredinu i pristupa pravosuđu
- podizanje nivoa svesti o značaju zaštite životne sredine
- informisanje i učešće javnosti
- **hijerarhija upravljanja otpadom**
- blizina i regionalni pristup upravljanju otpadom
- otvoreno i prilagodljivo tržište za usluge upravljanja otpadom
- korišćenje ekonomskih instrumenata pre nego pravnih [3].

Procene koristi od poboljšanja kod reciklaže i kompostiranja određene u tri scenarija (niski, sredni i visoki) prikazane su u tabeli 1. Uočava se da su te vrednosti druge najveće (u niskom i srednjem scenariju), ili je čak najveća (u visokom scenariju), veća i od procenjenih koristi za tretman otpadnih voda [4]. To nedvosmisleno ukazuje na izuzetan ekonomski značaj ponovne upotrebe i reciklaže svih reciklabilnih otpada, posebno ambalažnog otpada. Ukupno poređenje troškova i koristi (po srednjem scenariju) primene pravnih tekovina EU u zaštiti životne sredine predstavljeno u tabeli 2.

Tabela 1 Rezime monetizovanih koristi

REZIME MONETIZOVANIH KORISTI				
SEKTOR*	KONCEPTI MONETIZACIJE	Raspon koristi miliona € godišnje		
		niske	srednje	visoke
VODE	Voda za piće	28	84	167
	Površinske vode	8	23	46
	Rečni ekosistemi	6	17	35
OTPAD	Tretman otpadnih voda	235	457	679
	Prikupljanje metana	15	23	33
	Energija iz metana	2	9	22
	Prikupljanje ugljen-dioksida	0	0	1
	Procedne vode i negativni uticaji deponija	4	13	25
	Recikliranje i kompostiranje	47	331	758

Tabela 2 Rezime analize troškova i koristi primene pravnih tekovina EU

REZULTATI COST-BENEFIT ANALIZE PRIMENE PRAVNIH TEKOVINA EU		
	Bazirano na koristima srednjeg nivoa i procenom troškova EAS projekta izraženom u milionima €	
	koristi	troškovi
vode	7.891	5.552
otpad	2.705	2.796
vazduh i industrijsko zagađenje	14.737	1.992
svi ostali	nisu monetizovani	244
ukupne koristi	25.333	10.584

2 AMBALAŽA I AMBALAŽNI OTPAD

Upravljanje ambalažom i ambalažnim otpadom je definisano Zakonom o ambalaži i ambalažnom otpadu (dalje Zakon) [5]. Preduzeća koja proizvode ili upravljaju ambalažom i ambalažnim otpadom imaju obavezu da u svom radu postupaju u skladu sa odredbama ovog Zakona i odgovarajućim podzakonskim aktima, i o tome dostavljaju godišnje izveštaje nadležnim organima. Proizvođač, uvoznik, paker/punilac i isporučilac ambalažnim otpadom može upravljati na tri načina:

1. da prenese svoje obaveze na operatera sistema upravljanja ambalažnim otpadom u skladu sa članom 24. Zakona i da dostavi godišnji izveštaj Agenciji za zaštitu životne sredine
2. da obezbedi sopstveno upravljanje ambalažnim otpadom u skladu sa članovima 25. i 26. Zakona i dostavi godišnji izveštaj Agenciji za zaštitu životne sredine
3. da dostavi godišnji izveštaj Agenciji za zaštitu životne sredine i plati naknadu koju će mu biti propisna na osnovu dostavljenog izveštaja.

Član 39. Zakona propisuje obavezu izrade i dostavljanja godišnjeg izveštaja proizvođača, uvoznika, pakera/punioca i isporučioca (Obrazac 1, strana 1 i 2), proizvođača otpada koji samostalno upravlja svojim ambalažnim otpadom (Obrazac 1, strana 1, 2 i 3), a članom 40. izveštaja operatera (Obrazac 2), bez obzira na količine puštene na tržište. Sadržaj oba izveštaja je dat u Pravilniku o obrascima izveštaja o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom [6]. Početkom 2012. godine u Agenciji za zaštitu životne sredine pušten je u rad Informacioni sistem Nacionalnog registra izvora zagađivanja koji podrazumeva elektronsko dostavljanje podataka za sve aspekte životne sredine, pa i za ambalažu i ambalažni otpad. Januara 2013. godine donet je Pravilnik o izmenama Pravilnika o obrascima izveštaja o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom [7]. Izmena se odnosi na način dostavljanja podataka, tj. unos podataka u Informacioni sistem. Početna internet strana portala za dostavljanje podataka se nalazi na zvaničnoj e-adresi Agencije za zaštitu životne sredine: <http://www.sepa.gov.rs> [8].

Utvrđeni nacionalni ciljevi za ponovno korišćenje i reciklažu ambalažnog otpada, dati kao opšti i specifični ciljevi, navedeni su u tabeli 3.

Tabela 3 Nacionalni ciljevi upravljanja ambalažom i ambalažnim otpadom

		2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
OPŠTI CILJEVI						
Ponovno korišćenje	%	5,0	10,0	16,0	23,0	30,0
Reciklaža	%	4,0	8,0	13,0	19,0	25,0
SPECIFIČNI CILJEVI						
Papir i karton	%	0,0	0,0	14,0	23,0	28,0
Plastika	%	0,0	0,0	7,5	9,0	10,5
Staklo	%	0,0	0,0	7,0	10,0	15,0
Metal	%	0,0	0,0	9,5	13,5	18,5
Drvo	%	0,0	0,0	2,0	4,5	7,0

3 OPERATERI SISTEMA UPRAVLJANJA AMBALAŽNIM OTPADOM

Dozvolu za upravljanje ambalažnim otpadom dobilo je šest operatera:

1. **SEKOPAK**, registarski broj dozvole 001, izdata 21.05.2010.
2. **EKOSTAR PAK** d.o.o., registarski broj dozvole 002, izdata 25.10.2010.
3. **DELTA – PAK** d.o.o, registarski broj dozvole 003, izdata 02.12.2010.
4. **CENEKS** d.o.o., registarski broj dozvole 004, izdata 20.04.2012.
5. **TEHNO EKO PAK** d.o.o., registarski broj dozvole 005, izdata 21.05.2012.
6. **EKOPAK SISTEM** d.o.o., registarski broj dozvole 006, izdata 20.12.2013.

U skladu sa članom 24. Zakona proizvođač, uvoznik, paker/punilac i isporučilac može da prenese svoju obavezu upravljanja ambalažnim otpadom, ugovorom koji zaključuje sa operaterom koji obavlja delatnosti upravljanja ambalažnim otpadom. Operater je dužan da, u ime svojih članica, obezbedi da:

1. komunalno preduzeće redovno preuzima komunalni ambalažni otpad,
2. redovno preuzima i sakuplja ambalažni otpad koji nije komunalni otpad od krajnjih korisnika,
3. obezbedi ponovno iskorišćenje, reciklažu ili odlaganje u skladu sa Zakonom.

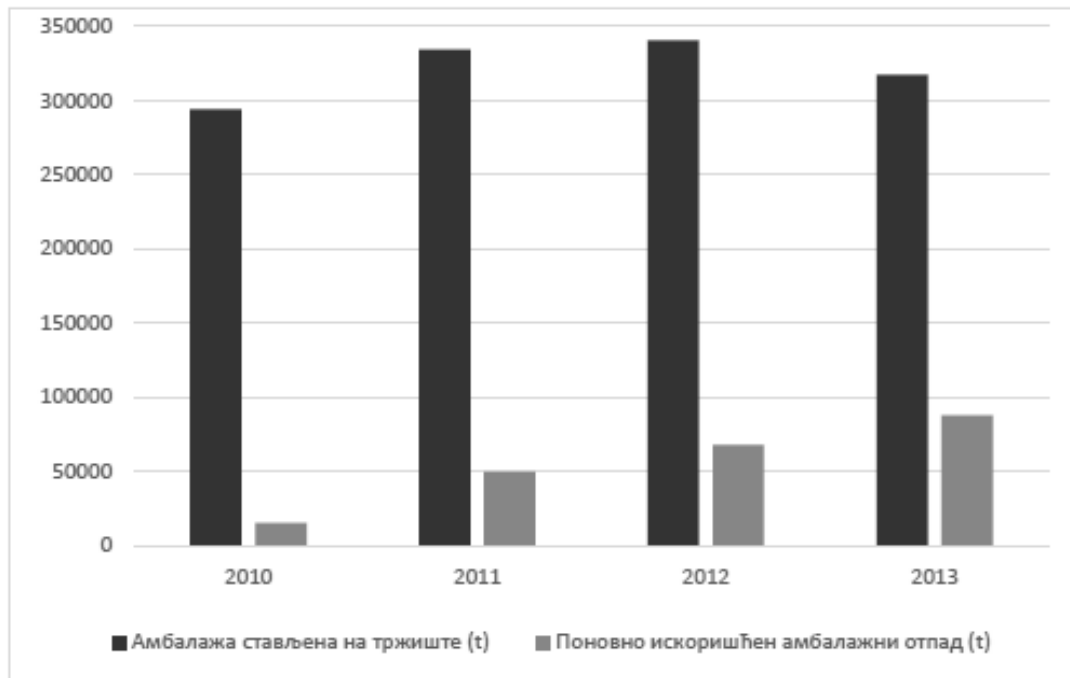
U 2013. godini, pet operatera je vršilo upravljanje ambalažom i ambalažnim otpadom za 1462 pravnih lica koja stavljaju proizvode u ambalaži na tržište naše zemlje. Do sada je izdata samo jedna dozvola za samostalno upravljanje ambalažnim otpadom preduzeću BB Minakva a.d. iz Novog Sada, registarski broj dozvole 001, od 01.12.2010. Do 01.5.2014. godine Agenciji su dostavljena 262 izveštaja od strane pravnih lica ili preduzetnika koji nisu preneli svoju obavezu na operatera za upravljanje ambalažnim otpadom i kojima će biti naplaćena naknada za upravljanje otpadom od strane Ministarstva poljoprivrede i zaštite životne sredine. Prikupljena sredstva usmeriće se u ispunjenje nacionalnih opštih i specifičnih ciljeva za naredni period.

4 KOLIČINE AMBALAŽNOG OTPADA

Analizom dostavljenih izveštaja operatera sistema upravljanja ambalažnim otpadom, preduzeća koje samostalno upravlja ambalažnim otpadom (dozvola za sopstveno upravljanje), kao i preduzeća van sistema o količinama ambalaže plasirane na tržište RS i ponovnom iskorišćenju ambalažnog otpada uočeno je [8]:

- da se broj preduzeća koja ispunjavaju zakonsku obavezu povećava
- sve veći broj preduzeća prenosi svoje obaveze na nacionalne operatere
- najveća količina ambalaže plasirana na tržište RS zbrinuta je od strane nacionalnih operatera
- prijavljena količina ambalaže plasirane na tržište je u porastu do 2013. godine, što ukazuje na sve veće poštovanje zakonske obaveze od strane preduzeća

- prijavljena količina ambalaže plasirane na tržište u 2013. godini smanjila se u odnosu na 2012. godinu, što je posledica ekonomske krize i smanjene privredne aktivnosti
- količine ambalaže koja su preduzeća van sistema plasirala na tržište su u opadanju
- povećava se količina ambalažnog otpada koja je preuzeta i ponovo iskorišćena
 - ukupna količina prezetog ambalažnog otpada je predana na ponovno iskorišćenje.



Slika 1. Plasirana ambalaža i ponovno korišćeni ambalažni otpad u 2010–2013.

Tabela 4 Ostvareni opšti ciljevi operatera u 2010–2013.

OPERATER	OPŠTI CILJEVI			
	2010.	2011.	2012.	2013.
	5 %	10 %	16 %	23 %
SEKOPAK	5,2	13,9	17,4	23,3
EKOSTAR PAK	5,3	15,0	21,0	31,9
DELTA-PAK	5,0	24,7	29,9	29,0
CENEKS	/	/	/	27,4
TEHNO EKO PAK	/	/	29,6	23,2
PROSEČNA VREDNOST	5,2	14,9	19,9	27,7

Tabela 5 Ispunjenost specifičnih ciljeva po operaterima u 2013.

OPERATER	SPECIFIČNI CILJEVI				
	Papir/karton	Plastika	Staklo	Metal	Drvo
	23 %	9 %	10 %	13,50 %	4,50 %
SEKOPAK	42,40	16,98	14,01	28,90	13,32
EKOSTAR PAK	63,35	16,24	15,55	27,83	10,81
DELTA-PAK	53,85	12,60	11,61	25,05	22,50
CENEKS	28,38	12,86	39,09	13,89	11,94
TEHNO EKO PAK	44,01	10,4	12,44	14,85	10,24
PROSEČNA VREDNOST	54,03	16,13	14,67	27,56	12,03

5 ZAKLJUČAK

U proteklom periodu, izdavanjem dozvola i subvencijama država je ozbiljno podstakla zelenu i reciklažnu industriju, omogućila je jednake šanse zainteresovanim preduzetnicima. Za kvalitetno upravljanje reciklažnim, posebno ambalažnim otpadom neophodne su investicije u tehnologiju, stručan kadar i celovit sistem kontrole i praćenja tokova otpada. Treba jasno definisati i propisati potrebne podsticajne ekonomske instrumente kao osnovu za unapređenje postojećeg sistema upravljanja ambalažnim otpadom. Naučna i stručna javnost u zaštiti životne sredine su apsolutno saglasne da je neopodno hitno uspostavljanje novog „zelenog“ fonda (nakon ukidanja Fonda za zaštitu životne sredine u 2012. godini) koji treba da bude finansijski nezavisan od Ministarstva finansija, tj. budžeta RS. Tako će se obezbediti preko potrebna finansijska samostalnost zaštite životne sredine, time i pouzdaniji razvoj reciklažne industrije. Veoma važno je i da RS pokuša da izbegne namenjenu joj neperspektivnu sudbinu jeftinog izvora sekundarnih sirovina reciklažne industrije za strani kapital (slično kao u slučaju poljoprivrednih i šumskih sirovina). Potreban je značajan napor da npr. ne izvozimo prikupljeni, očišćeni i samleveni PET, već ga iskoristimo za dobijanje mnogo vrednijih proizvoda kao što su poliestarska vlakna, akrilni premazi, poliuretani (sunderi) ili plastifikatori, za šta već odavno posedujemo potvrđena tehnološka znanja koja dugo čekaju praktičnu primenu [9].

Za značajno unapređenje upravljanja ambalažnim otpadom neophodno je pospešiti aktivnosti koje za cilj imaju:

- podizanje nivoa svesti i obrazovanja stanovništva, posebno dece predškolskog i osnovnoškolskog uzrasta, o značaju izbegavanja nastajanja i smanjenja količina reciklabilnog otpada, posebno ambalaže, njenog primarnog odvajanja, ponovne upotrebe i reciklaže
- unapređenje kadrovskih potencijala operatera, reciklažne industrije i javnih komunalnih preduzeća zapošljavanjem mladih, školovanih, stručnih ljudi
- ozbiljnije uključivanje javnih komunalnih preduzeća u lokalnim samoupravama u primenu sistema upravljanja ambalažom i ambalažnim otpadom
- intenzivniji inspekcijски nadzor nad primenom Zakona o ambalaži i ambalažnom otpadu.

6 LITERATURA

1. Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije, Beograd, 2008.
2. Strategija upravljanja otpadom za period 2010–2019. godine („Sl. glasnik RS“, br. 29/10)
3. Nacionalni program zaštite životne sredine, Beograd, 2010.
4. Nacionalna strategija Republike Srbije za aproksimaciju u oblasti životne sredine, Beograd, 2011.
5. Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu („Sl. glasnik RS“, br. 36/09)
6. Pravilniku o obrascima izveštaja o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom („Sl. glasnik RS“, br. 21/10)
7. Pravilnik o izmenama Pravilnika o obrascima izveštaja o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom („Sl. glasnik RS“, br. 10/13)
8. Izveštaj o ambalaži i ambalažnom otpadu u 2013. godini, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 2014.
9. R. Šerović, V. Pavićević, Unapređenje reciklažne industrije u Srbiji, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Budva, 2015, 177–183.

FUNCTIONAL PRINTING ON PAPER SUBSTRATES

FUNKCIONALNA ŠTAMPA NA PAPIRNIM PODLOGAMA

Matija Mraović¹, Tea Toplišek¹, Anton Pleteršek², Tadeja Muck³

¹ Pulp and Paper Institute, Ljubljana, Slovenia

² ams R&D, Tehnološki park 21, Ljubljana, Slovenia

³ University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences, Ljubljana, Slovenia

Abstract

In this paper we present the ongoing work in the field of printed electronics on paper substrates. Currently we are working on two distinct topics in printed electronics, namely printed sensors for packaging applications and also on meta-paper - wallpaper for electromagnetic shielding applications. We have experimentally designed and fabricated capacitive humidity sensors of different configurations and geometries via screen printing with conductive ink on recycled paper and cardboard. Also the design and simulation of screen printed frequency selective surface (meta-material / meta-paper) for the purpose of electromagnetic shielding at the frequency of 2,4 GHz is presented.

Key words: functional printing, paper, printed electronics, printed sensors, meta-paper

Izvod

U ovom radu predstavljamo rad koji je i dalje u toku na polju štampane elektronike na papirnim substratima. Trenutno radimo na dve posebne teme, štampana elektronika, pre svega štampani senzori za primenu u pakovanju i na meta papiru – tapet za zaštitu od elektromagnetskog zračenja. Eksperimentalno smo projektovali i napravili kapacitivne senzore vlage različitih konfiguracija i oblika preko sito štampe pomoću provodljive boje na recikliranom papiru i kartonu. Takođe su prikazani dizajn i simulacija frekventno selektivnih površina (meta materijal/ meta papir) odštampanih sito štamptom u svrhu elektromagnetne zaštite pri frekvenci od 2,4 GHz

Ključne reči: funkcionalna štampa, papir, štampana elektronika, štampani senzori, meta papir

1. INTRODUCTION

We have experimentally designed and fabricated capacitive humidity sensors of different configurations and geometries via screen printing with conductive ink on recycled paper and cardboard. As a printing ink, commercially available thermal drying silver conductive ink was used. All substrates were obtained from the regional paper and cardboard industry. Two different types of sensors were designed and investigated; flat plate and lateral comb capacitor type sensors. Considerable amount of work has been devoted to the humidity measurement methods using paper as a dielectric material. Performances of different structures have been tested in a humidity chamber. Obtained results show mainly logarithmic response of the paper-sensors, with the only exception being cardboard based sensors.

Also the design and simulation of screen printed frequency selective surface (meta-material / meta-paper) for the purpose of electromagnetic shielding at the frequency of 2,4 GHz was completed. Frequency selective screen is in a function of band-stop filter for wireless networking (WiFi) frequencies around 2,4 GHz. We have successfully designed and simulated FSS with four different meta-cell designs. All four of our designs exhibit a narrow band-stop characteristic at the frequency of 2,4 GHz. Analysis and optimization were done via computer simulation using one of the industry's standard electromagnetic solver suites. All of the meta-cells show sensitivity to the incidence vector of the electromagnetic field. We have also tried to minimize the sensitivity for polarization angle by using the symmetric meta-cells and successfully fabricated three different frequency selective screens. The preliminary measurements results at 3,0 GHz are very optimistic and are discussed briefly in this paper.

2. SCREEN PRINTED SENSORS

With the emergence and continuous research and development in the field of printed electronics, there is a trend in replacing simple conventional electronic components (eg. sensors) with their cheaper printed counterparts. In our work we have attempted to design and fabricate capacitive sensors for (but not limited to) humidity sensing applications [1]. Much work in this field was already done [2, 3, 4]. Our approach was to develop electric capacitors of various configurations and geometries via the screen printing method with silver based conductive ink on different cellulose substrates such as recycled paper and cardboard and a few synthetic materials such as poly-carbonate and PET foil.

We have started our work with fabrication of simple flat plate capacitors, where flat plate electrodes were screen printed with conductive ink on both sides of the substrate (paper, cardboard), thus the substrate was in function of the dielectric layer in a flat plate capacitor. Results of this first generation of humidity sensors is not presented in this work, as it only served as an orientation and proof of concept analysis. Still, the results obtained from first generation were a valuable guideline for development of improved sensor designs.

In this paper we will present the results obtained with second generation of sensors. We have extended the design with a lateral or comb type capacitor [5] and tried to improve on the response of the flat plate capacitor by perforating the electrodes (Figure 1).

2.1 Materials and methods

Sensors have been fabricated in three sizes: 1×1 cm, 2×2 cm and 3×3 cm. Furthermore the comb variant is also designed in a 2×2 sensor array, sizes of individual elements are again 1×1 cm, 2×2 cm and 3×3 cm (Figure 2).

All sensor types have been screen printed on recycled paper and cardboard and tested in the humidity chamber at constant temperature of 23°C and varying relative humidity ranging from 35 % to 80 % relative humidity level. Conductive ink used is silver-based commercially available from SunChemical. Respective capacitances have been measured with the impedance measuring method at 1 kHz and 1 V_{pp}. We have also devised a switching circuit for the purpose of measurement automation. This has allowed us simultaneously tracking of up to 16 independent sensors for specified time at specified sampling period (sampling time). Duration of each measurement was around 10 hours (allowing extra time for humidity chamber settling) and the sampling period was 30 s.

All paper and cardboard substrates were obtained from the local paper and cardboard industry. Perforated flat plate sensors were printed only on Vimax recycled paper because the cardboard substrate does not allow for double sided printing.

Table 1: Substrates and sensor labeling

Substrates and sensor labeling	
Vimax (recycled paper)	C1 (1×1 cm), C2 (2×2 cm), C3 (3×3 cm); comb type
M-Liner (cardboard)	K1 (1×1 cm), K2 (2×2 cm), K3 (3×3 cm); comb type
PackPro (food packaging paper)	V2 (2×2 cm); comb type
Poly-carbonate foil	PC (2×2 cm); comb type

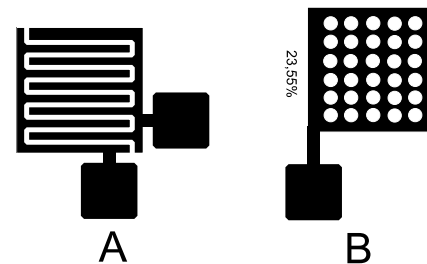


Figure 1: 2nd generation sensors (A – lateral capacitor, B – perforated flat plate capacitor)

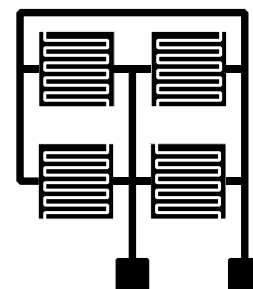


Figure 2: Lateral sensor array

2.2 Results and discussion

Objective of conducted testing in the humidity chamber was to identify the optimal sensor design, in size (economically) and in sensor response, for future use and further research and development. Figure 3 shows the time response of sensors and how the measurement has been carried out. In this measurement the relative humidity level (Rh) in the chamber was varied from 35 % Rh to 80 % Rh and then back to 40 % Rh in 10 % Rh steps, where the duration of each step was 1 hour long. It is obvious that all sensors have similar response and that the response is significantly higher at higher Rh values (from 60 % Rh). It is also evident that the response includes a hysteresis. This is immediately seen if one, for example, compares C1 sensor's response at 70 % Rh prior and after the 80 % Rh step. Prior to the 80 % Rh step the C1 sensor was relatively dry and after the 80 % Rh step it was very moist. It is seen that a difference in capacitance is significant at same Rh level prior and after saturating it with moisture. But such is the case also if Rh level is significantly increased (eg. 10 %) and lowered back again at any range of relative humidity, this is clearly seen in Figure 3.

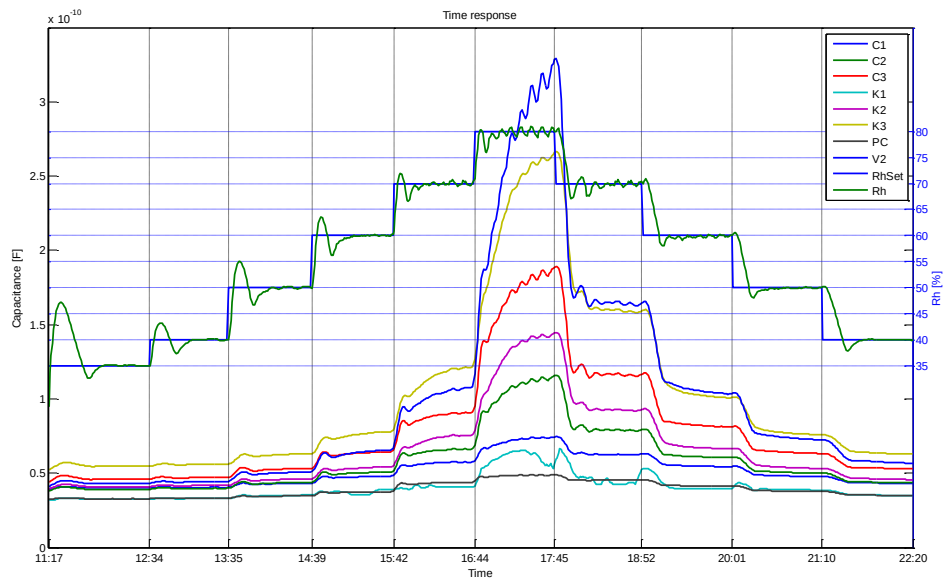


Figure 3: Time response of comb sensors on different material (C1 – C3 recycled paper, K1 – K3 cardboard, PC – poly-carbonate 2×2 cm, V2 – food packaging paper, RhSet – humidity chamber set value, Rh – humidity chamber measured value); Sensors suffix: 1 – 1×1 cm, 2 – 2×2 cm, 3 – 3×3 cm

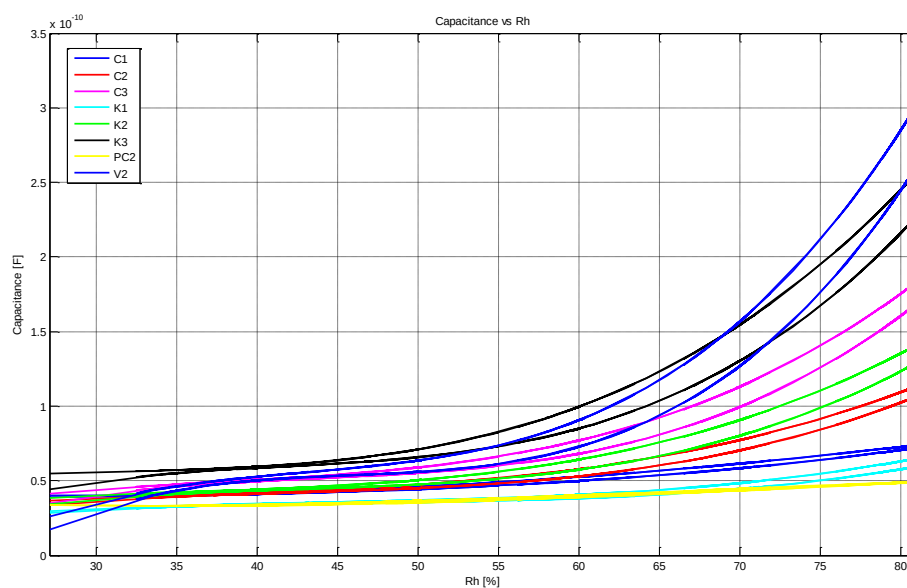


Figure 4: Capacitance vs Rh plot

The rise and fall times of sensors are too rapid for what would be expected from cellulose based material. Furthermore there is no significant difference in sensor response, in relative terms, with cellulose based substrates and the ones on synthetic substrate (PC – foil). Our conclusion in this case is that the sensor response is not so much a function of the substrate, but more a function of the conductive ink. For final conclusions the electrical properties of the conductive ink as a function of relative humidity have to be more thoroughly researched, this will be the main focus of our future work.

Regarding the perforated flat plate sensors' performance, we can say that the response is in no way different from the rest of the sensors. Greater absolute capacitance values have been obtained from the 2×2 cm perforated flat plate capacitor, due to the much larger surface area of the electrodes. Our final conclusion about the optimum sensor design for the future use is to continue our work with the smallest (1×1 cm) comb sensor and alternatively to try with even smaller sensor dimensions.

3. SCREEN PRINTED FREQUENCY SELECTIVE SCREEN

Electromagnetic shielding is an ever increasing concern especially today in the modern world. People and other living organisms as well as sensitive technological devices are exposed to various types of electromagnetic radiation, obvious health concerns are arising. Furthermore in this age of information the cybernetic security is also high on the priority list within every organization. Traditionally the problem of electromagnetic shielding was mainly solved by conducting architectural elements, for example such as a conducting grid (Faraday's cage) or a plate made of copper. This of course is pricey and not so much useful when one has a need for a frequency selective electromagnetic shielding as is the case in this paper. In our work we are aiming to develop wallpaper which has the ability to screen the incident electromagnetic radiation (frequency selective screen) at desired frequency. This is achievable by printing periodic structures with precisely determined dimensions and spacing between them [6, 7, 8, 9, 10]. Via computer simulation we have successfully designed four different meta-paper designs for the electromagnetic shielding application with frequency band stop characteristic [11, 12]. Also we have successfully fabricated and conducted preliminary measurements.

In this paper we define the meta-material (meta-paper) as a material which has physical (electromagnetic) properties modified through the process of screen printing. We are able to modify the electromagnetic properties of plain paper, which is electromagnetically transparent material, to reflect electromagnetic radiation of certain frequencies (frequency band) with screen printing periodic conducting patterns of different shapes and dimensions on paper.

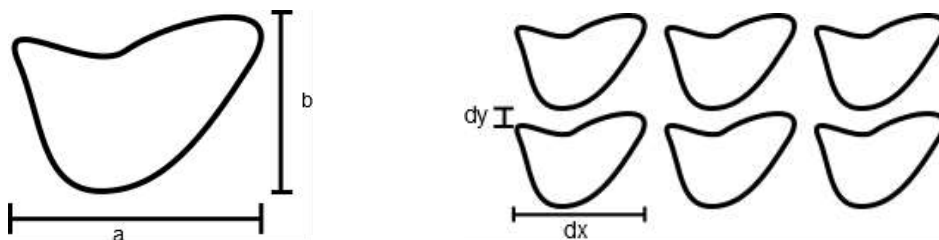


Figure 5: Meta-cell (left), periodic structure – meta paper (right)

To achieve desired response of the meta-paper (Figure 5, right) it is crucial to precisely determine the shape and dimensions of the meta-cell (Figure 5, left) as well as the spacing in the periodic structure (Figure 5, right). Our goal was to attenuate the signal at 3,0 GHz passing through the meta-paper as much as possible (e.g. -20 dB).

3.1 Experimental

Frequency selective screen (meta-paper) is basically a passive antenna and can be analyzed as such. Focus of our work was computer based design and analysis of such structures with one of the industry's standard electromagnetic solver suites. Based on the designs of frequency selective screens found freely in the literature [6, 7] we have varied the parameters to achieve our desired response at 3,0 GHz frequency. The simulation setup is one of a rectangular wave-guide with periodic boundary conditions, the result of which is a frequency response of an infinite periodic meta-paper structure. We have started

with ideal conductive lines and without a substrate and then added real material properties ($100 \text{ m}\Omega/\square$ for conductive lines) and included the substrate in the simulation to improve the result. Based on this simulation actual frequency selective screens were fabricated via screen printing with silver based conductive ink on recycled paper. Four different meta-cell designs (Figure 6) were analysed.

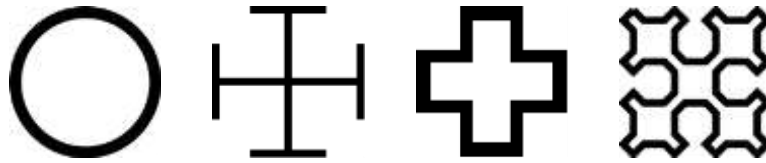


Figure 6: Different meta-cell designs – Ring, Jerusalem cross, Plus and Fractal (from left to right)

3.2 Simulation and measurements

All meta-cells show sensitivity to the incidence vector of the electromagnetic radiation. To minimize the sensitivity for polarization angle the symmetric meta-cells were used. Meta-cell dimensions are directly proportionate to the resonant frequency. For the 3,0 GHz frequency, the meta-cell dimensions are around $12 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$. For the frequency selective screen to be effective, it has to be comprised of many meta-cells. In simulation it has been assumed that the screen is infinite in both dimensions (width and height). Comparing the results it is obvious that the choice of the substrate and the quality of conductive printed lines are very important. Frequency sweep from 1,0 GHz to 4,0 GHz was used to obtain the frequency response of meta-papers (Figure). It is obvious from this graph that the best response (maximum attenuation) is achieved with the “ring” meta-paper. This design is also symmetrical and does not exhibit any loss of performance due to the different polarization angle of the indecent electromagnetic radiation. However this is also true for almost any symmetrical meta-cell design. Other meta-cells have a lower attenuation factor with the “Jerusalem cross” being the worst among all four. Interestingly the “Plus” and “Fractal” meta-cells have almost identical response which can be attributed to the similarity between the two designs.

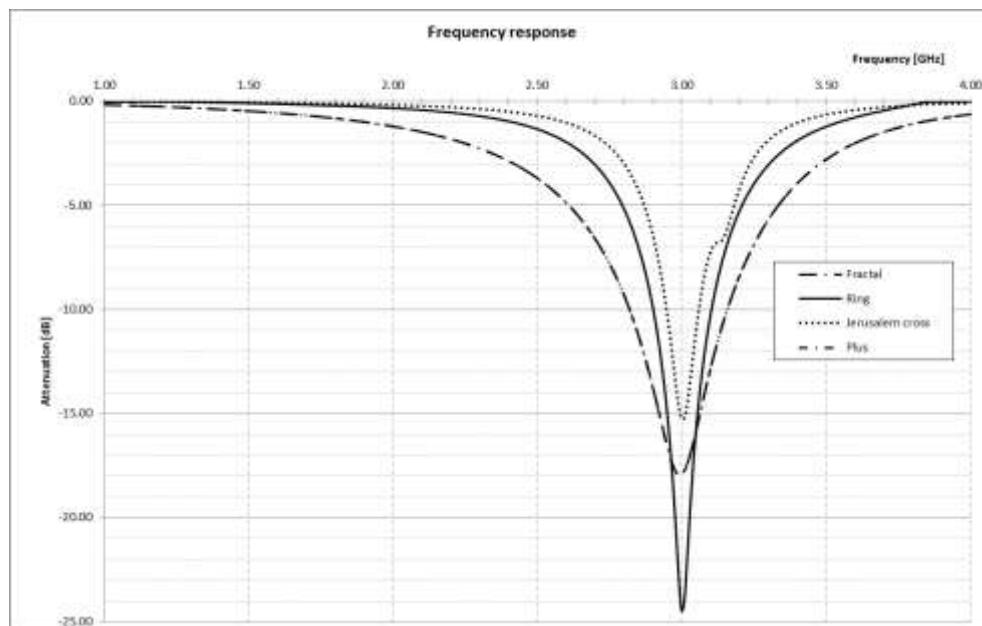


Figure 7: Simulated frequency response

Based on the simulation results three meta-papers (ring, Jerusalem cross, plus, fractal) were physically fabricated with screen printing using silver based conducting ink on recycled paper intended for wallpaper applications. Fabrication process was manual and many irregularities were introduced into the meta-paper during the fabrication. Preliminary measurement setup consists of two directed horn antennas facing each other with the meta-paper in between them (Figure 8). Signal generator on the transmitting side generated required signal (frequency sweep 1,0 GHz – 4,0 GHz) and sampling spectrum analyzer was connected at the receiving end to analyze the incoming signal (Figure 9 left).

Results are very optimistic. The best response was obtained with the “Ring” meta-paper (Figure 9 right) which is also in accord with the simulated results.

4. CONCLUSIONS

Screen printed capacitive humidity sensors of various dimensions and configurations have been successfully designed, fabricated and tested. Tests were conducted in a humidity chamber with varying the relative humidity level and measuring the change in capacitance. One of the objectives was to define an optimal sensor design (in size and response) for future use. Analysis has shown that such a sensor is in fact the smallest 1×1 cm comb type sensor which can probably be made even smaller. Response characteristics are not in accord with our expectations. We have expected to see the difference in sensor response depending on the used substrate (Figure 4), even more so between the cellulose based substrates and synthetic (poly-carbonate foil).

Also we have successfully designed and fabricated frequency selective screens at 3,0 GHz frequency, next step is to fabricate frequency selective screen at 2,4 GHz. In our further research various conductive inks will be used and their effect on meta-paper operability will be analyzed. Afterwards, the wallpaper for 2,4 GHz frequency will be produced on roll to roll screen printing machine with one of the optimal conductive inks. The response of such wallpaper in real environment will be analyzed with complex and precise measurements.



Figure 8: Measurement set-up



Figure 9: Meta-paper (ring) frequency response; minimum @ 3,0 GHz (left) and meta-paper (ring) (right)

LITERATURE

- [1] Reddy ASG, Narakathu BB, Atashbar MZ, Rebros M, Joyce M, Rebrosova E, et al. Printed Capacitive Based Humidity, Sensors on Flexible Substrates. *Sens. Lett.* 2011;9:869-71.
- [2] Ducere V, Bernes A, Lacabanne C. A capacitive humidity sensor using cross-linked cellulose acetate butyrate. *Sens., Actuators B: Chem.* 2005;106:331-4.
- [3] Kim DU, Gong MS. Thick films of copper-titanate resistive humidity sensor, *Sens. Actuators B: Chem.* 2005;110:321-6.
- [4] Harrey PM, Ramsey BJ, Evans PSA, Harrison DJ. Capacitive-type humidity sensors fabricated using the offset lithographic printing process. *Sens. actuators, B Chem.* 2003;87:226-32.
- [5] A. Oprea, N. Barsan, U. Weimar, J. Courbat, D. Briand, N.F. de Rooij, Integrated Temperature, Humidity and Gas Sensors on Flexible Substrates for Low-Power Applications, *Sensors 2007 IEEE*, 2007, str. 158–161

- [6] MITTRA, R. Techniques for Analyzing Frequency Selective Surfaces – A Review, Proceedings of the IEEE, Vol. 76, No. 12, December 1988
- [7] Cwik, T. Frequency Selective Screens, IEEE Antennas and Propagation Society Newsletter, April 1987
- [8] SMITH, O. Signal-blocking wallpaper stops WiFi stealing (and comes in a snowflake pattern!) [online], updated 18.07.2012 [cited 25. 01. 2014]. Available on <http://whatsnext.blogs.cnn.com/2012/07/18/signal-blocking-wallpaper-stops-wi-fi-stealing-and-comes-in-a-snowflake-pattern/>>
- [9] DE BARROS, F. MetaPaper - Cellulose sheets to filter electromagnetic waves [online], updated 2012 [cited 28. 01. 2014]. Available on https://www.google.si/search?q=meta-paper+patent+frequency&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:sl:official&client=firefox-a&gws_rd=cr&ei=7RPsUpe1AqOX4wT_8YCwBQ#
- [10] DE BARROS, F. Surface for filtering a plurality of frequency bands. IFI CLAIMS Patent Services, WO 2011135224 A1. 2012
- [11] BORJA, V.E. Analysis of Frequency Selective Surfaces by the BI-RME Method Combined with Integral Equation Formulation, 2003
- [12] LI-GUO, L. Analysis of frequency selective surface absorbers via a novel equivalent circuit method, Chin. Phys. B Vol. 22, No. 4 (2013) 047802 [online], updated 02. 12. 2012 [cited 22. 01. 2014]. Available on https://www.google.si/search?q=Analysis+of+Frequency+Selective+Surfaces+&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:sl:official&client=firefox-a&gws_rd=cr&ei=rx_sUpOHFajS4Qs8YBg#

NOVE TEHNOLOGIJE I TRENDOWI U PROCESU PROIZVODNJE U CELULOZNO - PAPIRNOJ INDUSTRIJI U CILJU EKONOMIČNIJEG POSLOVANJA

THE NEW TECHNOLOGIES AND TRENDS IN PULP AND PAPER INDUSTRY PRODUCTION PROCESSES, WITH GOAL OF INCREASING BUSINESS EFFICIENCY

Ornela Rezinović

Fakultet za tehničke studije, Travnik, BiH

Izvod

*Mogućnosti proizvodnje bezkiselinskog i deligniranog papira od novih vrsta sirovina. Ključna sirovina koja omogućava dugotrajnost papira je biljka *Tamus racemosa* koja sadrži steroidne saponozide koji imaju antibakterijski i antifungicidni učinak kod starenja papira. Premaz na papiru koji u sebi sadrži hitozan ima veoma povoljan učinak i dobre rezultate u zaštiti papira. Za papir koji bi u potpunosti bio deligniran na Balkanu je moguće uzgojiti japansku autohtonu vrstu duda Kozo koji sadrži svega 4% lignina. Dodajući Kozo celulozi *Tamus racemosu* dobio bi se vrhunski proizvod od sirovina koje se ne bi uvozile.*

Ključne riječi: bezkiselinski, delignirani, papir, *Tamus racemosa*, steroidni saponozidi, Kozo, ekonomičan proizvod.

Abstract

*The possibilities of acid-free and lignin-free paperproduction, based on new materials. The main raw material that provides durability of paper is the plant *Tamus racemosa* which contains Steroid saponosides which have antibacterial and fungicidal effect in a process of paper aging. The coating on paper that contains chitosan has a very beneficial effect and good results in the protection of paper. For the production of completely lignin-offkind of paper in the Balkan region, there is a possibility to cultivate a Japanese native kind of mulberry named Kozo which contains only 4% of lignin. As a result of adding the *Tamus Racemosa* to the Kozo cellulose there would be the top product made of raw materials.*

Key words: acid-free, lignin-free, paper, *Tamus racemosa*, Steroid saponosides, Kozo, economical product.

1. UVOD

Iako je polje djelovanja grafičkih tehnologija danas prošireno na različite medije, nosilac grafičkog izražavanja i komuniciranja sa okolinom ostaje papir. Grafička industrija u komunikaciji sa papirnom industrijom prilagođava kvalitet papira svom proizvodnom procesu, a sve se svodi na što kvalitetniji otisak uz što manju cijenu. Papirna industrija veoma uspješno odgovara na ove zahtjeve praveći papir sa različitim premazima, sa recepturama čiji je hemizam prilagođen vizuelnoj dopadljivosti i kvalitetu otiska, pri čemu je trajnost ovog papira potpuno nebitna.

Sve je više informisanih pojedinaca koji žele lične ili porodične dokumente čuvati na dugotrajnom papiru. Zanimljiv podatak je da mnogo američkih građana izrađuje lično uslikane fotografije. Oni informacije iz digitalnog fotografskog aparata žele imati u analognom obliku i to na visokokvalitetnom, bezkiselinskom, i dugotrajnom papiru.

S druge strane, arhivisti institucija koje imaju depoe i raspolazu velikim količinama papira na kom su informacije različitog značaja i iz veoma širokog vremenskog dijapazona imaju problem očuvanja papirne građe za budućnost.

U okviru ove problematike, teorija njenog rješavanja, uvođenjem biljke *Tamus racemosa* kao nove sirovine može se razviti u dva pravca:

- uzgojem duda *Kozo* na domaćem terenu uz dodavanje *Tamus racemose* kao punila, s ciljem dobijanja visokokvalitetnog, dugotrajnog papira koji bi u Evropi mogao postići efekte ekonomske rezultate,
- izdvajanjem steroidnih saponozida iz *Tamus racemose* i proizvodnja premaza za postojeću arhivsku građu u cilju usporavanja degradacije, zaštite i produženja trajnosti.

2. SIROVINE ZA PROIZVODNJU DUGOTRAJNOG PAPIRA

Najkvalitetnije sirovine za proizvodnju dugotrajnog, arhivskog papira su tri japanske autohtone vrste drvetu:

- *Kozo* (*Broussonetia papyrifera*),
- *mitsumata* (*Edgeworthia chrysantha*),
- *gampi* (*Diplomorpha sikokiana*).

Svako od njih daje drugačije karakteristike papiru i upotrebljava se u zavisnosti od tih karakteristika. Zajedničko ovim biljkama je da daju beskiselinske, delignirane, dugotrajne, izdržljive i prelijepe papire. Ove karakteristike u mnogome zavise od procesa proizvodnje, ali postizanje istih omogućavaju karakteristična duga, tanka i jaka vlakna, tj. celulozni lanci ovih biljaka.

Od ove tri vrste, *Kozo* dud papirovac, jedini je prihvatljiv za uzgoj van autohtone prebivališta. Jedinstvenost ovog drvetu se ogleda u hemijskom omjeru celuloze, hemiceluloze i lignina. Njegov pandan ne postoji u Evropi, ali su uslovi za uzgoj povoljniji nego u drugim dijelovima svijeta, van Japana.

Još jedna važna sirovina u proizvodnji dugotrajnog papira je *tororo* korijen, biljka iz porodice sljeza, koji se koristi kao ljepilo – vezivo. On se može uzgajati plantažno. Kada se korijen torora istuče drvenim čekićem i potopi u vodu, za nekoliko sati biljka ispusti sluz koja je idealno organsko vezivo za papir, daje mu finoću, diskretan sjaj i taktilnu nježnost.

Umjesto ove biljke, u našim uslovima uzgoja, koristili bismo *Tamus racemosu*, o čijim osobinama detaljno u nastavku.

2.1 Kozo dud

Dud (*Broussonetia*) je vrsta cvjetnice iz porodice [Moraceae](#). Porjeklom je iz Azije što uključuje [Kinu](#), [Japan](#), [Koreju](#), [Laos](#), [Kambodžu](#), [Tajland](#), [Burma](#) i [Indiju](#), a raste kao aloh-ona vrsta u nekim dijelovima Europe, Sjedinjenih Američkih Država i Afrike. Drugi česti naziv je platneno stablo. Ova vrsta je [listopadni grm](#) ili [stablo](#) obično raste 10 do 20 metara visoko, ali je poznato da može narasti i 35 metara visoko, s vremena na vrijeme. Listovi su promjenljivog oblika, čak i na jednom drvetu. Obično imaju nazubljene rubove, lagano dlakavi, blijedu donju stranu i grubu gornju teksturu. Vrsta je [dvodomna](#), s muškim i ženskim cvjetovima na zasebnim biljkama.

Kozo dud je poznat po dugim, žilavim i jakim vlaknima. Dužina vlakna je od 3 do 25 mm. Sadrži vrlo malo lignina, svega 4% od ukupne mase i samim tim veoma malo inherentne kiselosti. Zbog ovih osobina, papir napravljen od *Kozo* vlakana je veoma dugotrajan i podložan samo eksternim faktorima degradacije. Veoma važna osobina ovog drvetu je što se može uzgajati plantažno. Plantažni uzgoj pruža dodatne mogućnosti kontrole kvaliteta i postizanje željenih karakteristika sirovine za papir, mada su klima i karakteristike zemljišta ograničavajući faktor u uzgoju.

U okviru ovih faktora BiH može postići vrhunske rezultate u uzgoju *Kozo* duda jer su klimatski uslovi identični japanskim: ima jasno odvojena četiri godišnja doba, naglašene zime i ljeta, planinski predjeli obiluju snijegom i niskim zimskim temperaturama, tlo je pretežno bazno što je presudno za kvalitet niskoprocenatnog lignina. U Evropi ne postoji pandan *Kozo* dudu, svo drveće koje se u Evropi koristi za proizvodnju celuloze u prosjeku ima 20-30% lignina na ukupnu biomasu.

Dudovac *Kozo* koji se upotrebljava za pravljenje papira zahtijeva baš takvu klimu i može se plantažno uzgajati. Tlo za njegov uzgoj ne treba biti zemljište prve kategorije, on uspijeva i na glinovitom ili pjeskovitom tlu. Iskustva iz svijeta su pozitivna sa uzgojem van matične zemlje, tako da imamo primjer uzgoja u vrelom Izraelu ili u srednjoj Americi koja ima oštriju klimu od Japana i BiH.



Sl. 1. Stablo i lišće kozo – duda papirovca

2.2 *Tamus racemosa*

U jednom istraživanju koje je proveo Institut za celulozu i papir u Ljubljani, korištene su organske supstance za premaz papira: skrob, proteini, kazein, karboksimetilceluloza, polivinilalkohol i hitozan. Sve su ovo organski polimeri koji se koriste u prehrambenoj industriji i poljoprivredi. *Hitozan* je prirodni antibakterijski i antifungicidni agens koji se koristi u medicini, a raširen je u prirodi u vidu oklopa školjkaša. Premaz na papiru koji u sebi sadrži hitozan ima veoma povoljan učinak i dobre rezultate u zaštiti papira.

Ovo istraživanje se tiče produženja trajanja već postojećeg papira koji je oštećen zbog lošeg hemijskog sastava, agresivnog okoliša i protoka vremena. Međutim, školjkaša je malo za hiperprodukciju, a sintetizovani hitozan nema antibakterijske i antifungicidne osobine prirodnog. Sintetizuje se cacetilacijom hitina i nastaje netoksični biokompatibilni i biorazgradivi polimer pogodan za humanu medicinu, ali ne i za papirnu industriju. Hitin animalnog porijekla je teško proizvesti u velikim količinama. Teže je i skuplje uzgojiti veliki broj školjkaša samo radi hitina u njihovim oklopima, a postavlja se i pitanje humanosti. *Steroidni saponozidi* biljnog porijekla su mnogo isplativiji, uslovi za uzgoj biljaka se lakše obezbjeđuju, a i biljni diverzitet se lakše obnavlja od animalnog.

Tamus racemosa, bljuštovka, samonikla biljka iz porodice *dioscoreaceae* čiji su izdanci jestivi ali su plodovi vrlo otrovni. Nazivaju je crna kuka, bljušt, kukača ili kukovina. *Tamus racemosa* je biljka koja je rasprostranjena cijelom [Evropom](#), na [Krimu](#), [Kavkazu](#), u [Maloj Aziji](#). Raste u gustim šikarama ili listopadnim šumama na rastresitom, hranljivom tlu bogatom [ilovačom](#). *Tamus racemosa* je biljka povijuša i penjačica čiji izdanci dosežu 2 do 4 m visine. Vrhovi izdanaka su savijeni a izdanci su lisnati. To je trajna biljka povijuša s debelim mesnatim i teškim korijenom koji je gomoljast i 20 do 30 cm dugačak. Plod dozrijeva tijekom ljetnih mjeseci, crven je, bobičast i vrlo [otrovan](#). U sebi sadrži 3-5 sjemenki, a 4 do 6 bobica čine grozd. Izdanci *Tamus racemose* se beru tokom [proljeća](#). Jestivi izdanci *Tamus racemose* imaju blagi diuretički učinak, plodovi su otrovni.

Korijen je izvana sivocrn, na presjeku bijel, ljepljiv, neugodna mirisa i ljutoga, gorkog okusa. Listovi su sroljki i šiljati, na dugim peteljka. Iz pazušaca listova izlaze cvatovi sitnih, zelenkasto-žućkastih cvjetova. Plod je jajolika, živocrvena, sjajna boba. Sadrži skrob, sluz u kojoj se nalaze oštri i veliki kristali kalcijeva oksalata, te steroidne saponozide.

Steroidni saponozidi su relativno ograničeno rasprostranjeni u prirodi i nalaze se u ćelijskom soku biljke, a biljka ih sintetise kao fitoaleksine za *zaštitu od bakterijskih i gljivičnih infekcija*. Karakteristični su za monokotiledonije biljake familije *Dioscoreaceae* kojoj pripada i *Tamus racemosa*. **Steroidi imaju istu osobinu kao hitozan.**

2.3 Mogući proces proizvodnje

Proizvodnja arhivskog papira bi se mogla izvoditi manuelno ili mašinski, na papir traci. Manuelna proizvodnja svakako, ima male kapacitete, ali ovakav papir može nositi individualnost majstora ili manufakturne fabrike koja bi ga izrađivala. Mogućnosti uticaja na proces proizvodnje je veliki, dozvoljava eksperimentalnost i varijacije u recepturi, a samim tim i postizanje određene vrste osobina papira koji se proizvodi po želji naručioca ili za potrebe zavoljenja određene namjene papira.

Sam proces manuelne izrade nemože se razlikovati od tradicionalnog procesa proizvodnje japanskog papira.

Sl.2. *Tamus racemosa*, Biljuš

Sl.3. Botanički prikaz svih elementata biljke

Stabljike kozo duda se režu na dužinu od na 1,2 m i stavljaju u posude za parenje. Proces parenja omogućava mnogo lakše uklanjanje kore u vidu jedne kontinuirane trake. Uklanjanje kore se obavlja u jednom potezu, počevši od dna stabljike, a zatim se objesi u grozdovima da se suši. Kod postupka odvajanja kore razlikuju se crna, zelena i bijela kora. Dvije ili tri godine stara kozo vlakna imaju deblje ćelijske zidove od jednogodišnjih vlakana i moraju biti međusobno strogo odvojena i nikad pomiješana u jednu cjelinu kao sirovina za papir.

Dok zapadne tehnike ručne proizvodnje papira obraćaju više pažnje na formiranje listova, istočne tehnike kontrolišu karakter gotovog papira prvenstveno pri kuhanju i pranju vlakana. Ako je kuhanje prekratko u preslaboj hemijskoj smjesi vlakna se neće lako odvajati pri razvlaknjivanju i ostavljajuće grudvice i pramenove u gotovom papiru.

Kada se kaže razvlaknjivanje, misli se na odvajanje vlakana jednog od drugog udaranjem drvenim čekićem po snopu vlakana. Pandan u mašinskoj proizvodnji bi bilo masno mljevenje, ali se ovdje mljevenje uopšte ne provodi nad vlaknima da bi se zadržala njihova što veća dužina. Manje varijacije u kuhanju i pranju vlakana mogu rezultirati različitim papirima iz istog vlakna. Ako je kuhanje predugo i u prejakoj hemijskoj smjesi smanjiće se prinosi pulpe i papir će biti mekši i slabiji.

Kuhanje vlakana se obavlja u jakom alkalnom rastvoru da bi se vlakna oslobodila većine lignina, pektina i voskova ostavljajući prvenstveno celulozna vlakna i dio hemiceluloze potrebne za proizvodnju papira.

Savremene metode ručne izrade papira koriste lakšu i jeftiniju varijantu kuhanja vlakna u natrijevom hidroksidu (NaOH) ili natrijevom karbonatu (Na_2CO_3). Količina vode je petnaest litara za svaki kilogram suhog vlakna. Natrijev karbonat je poželjniji kod tradicionalista jer su vlakna nježnija i imaju ljepši prirodni ton intenzivno bijele boje. S druge strane, natrijev hidroksid, je vrlo jaka hemikalija koja proizvodi čišći i bjelji papir, ali niže kvalitete. Natrijev hidroksid je uvijek prvi korak u izbjeljivanju papira. Toliko je jak da je s njim moguće proizvesti bijeli papir direktno iz crne kore, ali gotov proizvod nema više prirodnu toplinu i integritet kao da je izrađen od bijele ili zelene kore kuhane u natrijevom karbonatu. Neki papir-majstori stavljaju gašeni kreč Ca(OH)_2 u smjesu za kuhanje, kako bi hemijski imitirali lužinu od jasenovog drveta, i u želji da proizvedu mekši, manje sjajan papir u boji, ali je ova hemijska metoda nepredvidivih rezultata i zahtijeva duže vrijeme kuhanja. Za ovu metodu omjer hemijske koncentracije obično je 25 – 35% Ca(OH)_2 naspram suhe mase vlakana. Soda bikarbona (NaHCO_3) je stekla prednost pred gašenim krečom zbog brzine hemijske reakcije, niske cijene i pouzdanosti. U standardnoj ručnoj proizvodnji papira sušena bijela ili zelena kora se natapa u čistom

moru od dva sata do nekoliko dana prije kuhanja. Dužina kuhanja znatno varira u zavisnosti od vrste i starosti vlakna i jačine hemijske supstance koja se koristi za kuhanje, ali prosječna dužina kuhanja je dva sata. Nakon kuhanja voda je mutna i smeđa, a vlakna opuštena i nježna. Kada je kuhanje završeno, sve se ostavlja još neko vrijeme da stoji u kotlu za kuhanje, a onda se vlakna ispiraju.

Ispiranje se obavlja uvijek u hladnoj vodi da bi se usporilo kvarenje vlakana i uvijek ručno, jer se na taj način najbolje obavi inspekcija i uklone preostale nečistoće crne kore, neskuhani pramenovi vlakana i sl. Ova inspekcija se obavlja dva ili tri puta uzastopno na istoj količini vlakana jer se samo tako može biti potpuno sigurno da su sve anomalije uklonjene.

Cjelokupna faza kuhanja i ispiranja vlakana je veoma važna ali, detekcija nečistoća, uklanjanje preostale crne kore i neskuhanih vlakana direktno utiču na kvalitet cjele edicije papira. Broj sati utrošenih u ispiranje i čišćenje vlakana se razlikuju, zavise od vrste i kvalitete vlakana i kvalitete papira koji se želi postići.

Velika je razlika između pristupa usitnjavanja vlakana u Evropi i Japanu. U Evropi, i ručna i mašinska izrada papira podrazumijeva mljevenje vlakana u cilju skraćivanja vlakana i međusobnog odvajanja, tj. rastrgavanja. I dok je taj čin u Evropi nasilan proces, u Japanu se nastoje vlakna međusobno razdvojiti ali i zadržati njihova dužina. Ovo se postiže udaranjem drvenim čekićem po skuhanim i ispranim vlaknima – premlaćivanjem. Za 2 kg kozo vlakana potrebno je samo pola sata razvlaknjivanja (premlaćivanja) da bi se međusobno razdvojila duga vlakna koja na okupu drži izvjesna količina lignina i preostala hemiceluloza.

Nakon ovoga vlakna se stavljaju u *stamper*, uređaj za homogenizaciju papirne mase u koji idu i svi dodaci koji se koriste u proizvodnji papira. Evropski *holender* je pandan japanskom *stamperu*. Sva razlika se svodi na dužinu vlakana celuloze koja se nalazi u prirodi u evropskom i japanskom okruženju. Japanski proizvođači *washi* papira izvještavaju *holendere* i još uvijek koriste *stampere* koji su u Evropi zaboravljeni jer holenderi imaju tendenciju da proizvode čvorove u papiru zbog izuzetne dužine kozo vlakana. U Evropi se *holenderi* koriste od 1880. godine i od tada se usavršavaju, ali u evropskoj prirodi nema celuloznog vlakna kozo dužine, a i evropska proizvodnja u svom procesu proizvodnje ima fazu mljevenja vlakana koja se obavlja u *holenderu* što japanski majstori ručne izrade papira potpuno izbjegavaju. *Stamper* i *holender* naizgled su isti, ali jezgra i sistem homogenizovanja pulpe se bino razlikuju, naime, holender ima konusne noževe. *Stamper* ima jezgru koja je napravljena od naoštrenih noževa preko kojih prelaze vlakna, ali dok *holender* izgleda kao mlin i ciljano melje vlakna, u *stamperu* nema direktne protusile koja garantuje presjecanje nego sve zavisi od brzine kretanja noževa, gustine pulpe i postotka zatupljenosti vlakana u ukupnoj smjesi.

Cijeli proces pripreme vlakana je vrlo nježan i odmjeran tako da se sačuvaju velike količine hemiceluloze, a u potpunosti otkloni lignin. Visok postotak hemiceluloze u gotovom papiru garantuje i visok kvalitet. Neime, hemiceluloza pokazuje jak afinitet prema vodi što ima plastificirajuće dejstvo na vlakna u papiru, a daje mu visoku upojnu moć. Kod evropske proizvodnje papira, zbog korištenja pritiska pri kuhanju i zbog mljevenja vlakana gubi se najveći dio hemiceluloze, a upotpunosti se uklanja postupcima izbjeljivanja. Hemiceluloza ima više slabih vodikovih veza, nego jakih kovalentnih, tako da je grubo mehaničko i hemijsko tretiranje u potpunosti uništavaju. Nije presudna u dugotrajnosti papira, ali ima značajan ulogu u njegovom održavanju i nekim njegovim osobinama. Daje papiru izvjestan postotak transparentnosti i prirodnog sjaja a to utiče na ukupnu percepciju papira.

U kadi se napravi pulpa tako da se stave vlakna, voda i sluz korijena *Tamus racemosa*, miješa se rukom ili bambusovim štapom. Pulpa se zahvata sitom i protrese horizontalno i vertikalno dok voda ne iscure. Sito je veličine u kojoj se želi proizvesti papir, A4, A3 ili AO. Na drveni okvir je ravnomjerno razapeta svila određene gustine da ima relativno brzo i ravnomjerno odvodnjavanje. Količina pulpe koja se naljeva u sito zavisi od toga kolike debljine želimo papir. Uglavnom se oslanja na iskustvo, ili postoji doza kojom se zahvati pulpa i naspe u sito. Nakon formiranja, listovi se slažu jedan na drugi i presuju da bi se otklonilo što više vode. Presovanje je blago, svega 1,2 kg/cm² i veoma delikatno jer između listova nema filca. U presi se drže nekoliko sati i na ovaj način se odstrani oko 80% vode. U našim uslovima ovo je sasvim izvodljiva ručna proizvodnja papira. Ekonomsku opravdanost procesa bi tek trebalo izraditi, a ono što se preliminarno u vezi s tim može reći je, da su osnovna sredstva jeftina, jednostavna i lako se mogu proizvesti u domaćim uslovima, sirovine smo već prethodno objasnili, ali broj radnih sati potrebnih za iradu lista papra bi prilično poskupljivao cijeli proces. Ipak, proizvodnja ovakvog papira kod nas, sigurno bi bila jeftinija od uvoza iz Japana, a kvaliteta bi bila najbliža japanskoj od svega ponuđenog i proizvedenog u Evropi.

Proces mašinske – savremene proizvodnje, svakako bi bio jednostavniji i manje zahtjevan, a samim tim i jeftiniji. Kvaliteta bi bila niža samo u toliko, koliko bi papir izgubio na individualnosti, tj. postao jednolično industrijski, uklopio se u ISO standarde papira, ali hemijski, papir bi bio jednak ručno proizvedenom, bio bi dugotrajan.

TABELA 1: Prikaz onih ISO standarda koji bi direktno uticali na proizvodnju

ISO 5263-1:2004	Pulpa	Laboratorijsko mokra dezintegracija - Dio 1: Razvlaknjivanje kemijskih pulpi
ISO 5263-2:2004	Pulpa	Laboratorijsko mokra dezintegracija - Dio 2: Razvlaknjivanje mehaničkih pulpi na 20 °C
ISO 5263-3:2004	Pulpa	Laboratorijsko mokra dezintegracija - Dio 3: Razvlaknjivanje mehaničkih pulpi na > 80 °C
ISO 5270:2012	Pulpa	Laboratorijski listovi - Određivanje fizikalnih svojstava
ISO 5350-1:2006	Pulpa	Procjena nečistoća i nerazvlaknjenih snopića - Dio 1: Pregled laboratorijskih listova prema prolaznoj svjetlosti
ISO 5350-2:2006	Pulpa	Procjena nečistoća i nerazvlaknjenih snopića - Dio 2: Pregled tvornički pripremljenih listova pulpe prolazak svjetla
ISO 5350-3:2007	Pulpa	Procjena nečistoća i nerazvlaknjenih snopića - Dio 3: vizualni pregled refleksiranog svjetla pomoću (EBA) metode
ISO 5350-4:2006	Pulpa	Procjena nečistoća i nerazvlaknjenih snopića - Dio 4: Instrumentalna inspekcija
ISO 6588-1:2012	Papir, karton i pulpe	Određivanje pH vrijednosti vodenog ekstrakta - Dio 1: Hladna ekstrakcija
ISO 6588-2:2012	Papir, karton i pulpe	Određivanje pH vrijednosti vodenog ekstrakta - Dio 2: Vruća ekstrakcija
ISO 16065-1:2001	Pulpa	Određivanje dužine vlakana, metoda polarizovanog svjetla
ISO / FDIS 16065-1	Pulpa	Određivanje dužine vlakana automatizovanom optičkom analizom
ISO 29681:2009	Papir, karton i pulpe	Određivanje pH vrijednosti

Područje papira za arhiviranje u smislu dugotrajnog čuvanja stalno se razvija u skladu sa prerađivačkom industrijom. Stvara se potreba kod korisnika da razumiju faktore koji određuju da li papir može biti arhiviran i iz toga proizilazi da shvataju da kiselost i lignin smanjuju dugovječnost papira. S druge strane mogu biti, blago rečeno, samo zbunjeni oznakama na deklaracijama papira na kojima su poruke proizvođača koje se, u suštini svode na marketinške poruke a ne na naučne istine.

Pravo na oznaku acid free imaju po standardima svi papiri koji su proizvedeni alkalnim postupkom, najčešće kraft postupkom. To nikako ne znači da su pogodni za arhiviranje jer još uvijek sadrže određene količine lignina koji degradira papir za kratko vrijeme jer je nus-pojava njegovog raspadanja u papiru baš kiselina koja reaguje sa vlagom u vazduhu i sukcesivno uništava papir.

4. ZAŠTITNI PREMAZ NA PAPIRU

Savremena industrija papira koristi razne premaze da bi poboljšala izgled i prihvatljivost boje. Premazi sadrže blage kiseline što opet bitno smanjuje dugotrajnost papira.

Npr. fabrika papira Fabriano, u svojoj deklaraciji za dugotrajni papir navodi da ima certifikat FSC koji ne znači ništa drugo do da ova organizacije uspostavlja norme čijom primjenom se osigurava

promocija ekološki odgovornog, društveno korisnog i ekonomski održivog gospodarenja svjetskim šumskim resursima. To je zaista pozitivno, ali je i svojevrsna prevara kupca koji nije upućen u standarde za proizvodnju papira jer ovaj certifikat nema nikakve veze sa kvalitetom papira.

Papirna industrija, uključujući i proizvođače papira, ima mnoge organizacije za uspostavu specifikacija, standarda i metoda ispitivanja. Ove organizacije ponekad potkopavaju kredibilitet jedna drugoj pomoću različitih kriterija koji daju nejednake zaključke i kvalitete papira.

Nepovjerenje koje postoji između potrošača i proizvođača dugotrajnog papira može se ukloniti samo ako se od strane proizvođača bude kontinuirano radilo na sljedećim faktorima:

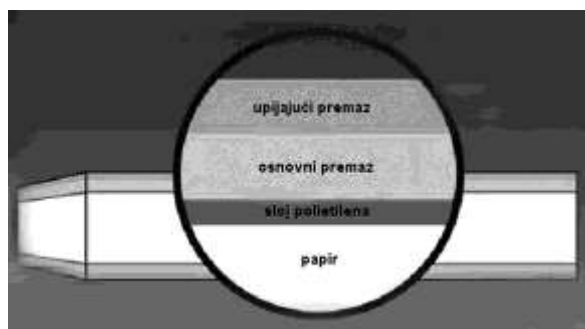
- različiti industrijski standardi,
- dvosmislene marketinške tvrdnje,
- složene interakcije s novim tintama,
- promjena tehnika za proizvodnju papira,
- uticaj ekoloških faktora kao što su temperatura i vlažnost na kojoj se papir čuva,
- razne vrste kiselina, uključujući i vrlo slabe kiseline, koje se koriste u modernim premazima papira,
- posljedice kiselina na arhiviranje papira.

Ako proizvođač i navede tačne karakteristike papira koji je proizveo, dobavljači skoro uvijek hiperbolišu kvalitet papira i na taj način obmanjuju neinformisanog kupca.

Konfuziju produbljuje činjenica da mnogi potrošači imaju ograničeno razumijevanje karakteristika papira, a moderni papiri imaju komplikovan sastav i premaze koji i najkvalitetniji papir degradiraju u smislu trajnosti.

Saponozidi su amorfna jedinjenja, neprijatnog, sapunastog, iritirajućeg ukusa, velike molekulske mase. Rastvaraju se u vodi i razblaženim alkoholima. Ekstrakcija iz biljnog tkiva nije jednostavna. Kompleks saponozida se dobija ekstrakcijom razblaženim metanolom, zatim se preparativnim hromatografskim tehnikama izdvajaju pojedinačne komponente.

Premazivanjem papira koji je proizveden bilo kojim postupkom, i od bilo koje vrste celuloze, steroidnim saponozidima prije ostalih premaza, obezbijedila bi se dugotrajnost papira veća od predviđene.



Sl.4. Slojevi premaza papira radi poboljšanja upojnosti



Sl.5. Premaz steroidnim saponozidima prije ostalih slojeva

Već postojeći, arhivski papir, tj. arhivska građa mogla bi se premazati steroidnim saponozidima u cilju usporavanja i zaustavljanja degradacije. Steroidni saponozidi su topivi u alkoholu i vodi što uveliko olakšava premazivanje.

5. ZAKLJUČAK

Zbog teške ekonomske situacije u BiH, autor nije pronašao sredstva za laboratorijsko ispitivanje i eksperimente u vezi sa proizvodnjom dugotrajnog papira dodavanjem steroidnih saponozida. Eksperimenti provedeni u privatnim uslovima dali su pozitivne rezultate, ali nemaju validnost pa ovdje nisu ni prezentovani, ali su autoru bili dovoljan pokazatelj da bi proizvodnja dugotrajnog papira sa

novim sirovinama bila željenog kvaliteta i ekonomskog efekta. Japanski proces proizvodnje *washi* papira je stara vještina proizvodnje visokokvalitetnog papira. Savremenom tehnologijom i sintetičkim premazima nismo uspjeli proizvesti isti ili bolji, pa se ideja o imitiranju starih metoda novim industrijskim postrojenjima i jeftinijim dostupnim sirovinama, a u cilju novog, kvalitetnog i ekonomski isplativog proizvoda nameće kao rješenje.

S obzirom da Bosna i Hercegovina ima uslove za uzgoj duda papirovca, bilo bi potrebno samo kultivisati, tj. plantažno uzgojiti *tamus racemosu* koja bi se koristila kao punilo u pulpi i zadovoljila osnovnu ideju proizvodnje visokokvalitetnog, dugotrajnog papira bez lignina i kiseline. Samo da ponovim, *tamus racemosa* obezbjeđuje *steroidne saponozide* koji su rijetki i pružaju zaštitu od *bakterijskih i gljivičnih infekcija* papira.

LITERATURA

- Černič Marjeta, Originalni naučni članak *Permanence and Durability of Paper and Documents*, Pulp and Paper Institute Ljubljana, Slovenia.
- Černič Marjeta, Vodopivec Jedert, *Tiskana in poslikana knjiga 16. stoletja – Lastnosti papirja in tiska*, u: Tehnicni in vsebinski problemi klasičnega in elektronskega arhiviranja, 10(2011), UDK (UDC): 094/096"15":655
- Černič, Marjeta – Vodopivec, Jedert, *Tehnicni in vsebinski problemi klasičnega in elektronskega arhiviranja*, Institut za celulozo in papir Ljubljana
- Barrett, Timothy 1983, *Japanese Papermaking Raditions, Tools, and Techniques*, Weatherhill, New York and Tokio.
- Awagami Factory - Papermaking Process, <http://www.awagami.com/awawashi/process.html>
- Awagami Factory, *Materials for Washi – Kozo – Mitumata – Gampi*, http://www.awagami.or.jp/awawashi_e/materials.html
- Pavela, Vrančić Maja – Matijević, Jurica, *Primjenjena organska kemija u konzervaciji i restauraciji*, Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Split, 2009, <http://www.ktf-plit.hr/~brinic/nastava/ionski%20karakter%20kovalentne%20veze.pdf>
- ISO, *Standards catalogue*, International Organization for Standardization ISO Central Secretariat, Geneva, Switzerland, http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/
- Isić Selma, *Značaj odabira, pripreme i sređivanja arhivske građe za procese digitalizacije*, Tehnični in vsebinski problemi klasičnega in elektronskega arhiviranja, Radenci 2012.
- Heinrichsohn Andrea, *Washi Crafts: Working with Japanese handmade paper*. Tokyo, 1999. COBISS.SR-ID 512018073
- Ritter J. George, Chairman, *Determination of Alpha-Cellulose*, u: Report of Work of Sub-Committee 2 of the Division of Cellulose Chemistry of the American Chemical Society, u: Industrial and Engineering Chemistry, Analytical Edition, Vol. 1, No. 1, January 15, 1929.
- Switch To Acid-free Paper Approved For Two Journals*, u: News From APS, American Institute of Physics, Physics Today, PHY5IC5 TODAY MARCH 1990 91
- Trafela Tanja, Matija Strlic, Jana Kolar, Dirk A. Lichtblau, Manfred Anders, Danijela Pucko Mencigar, and Boris Pihlar, *Nondestructive Analysis and Dating of Historical Paper Based on IR Spectroscopy and Chemometric Data Evaluation*. American Chemical Society Analytical Chemistry, Vol. 79, No. 16, August 15, Published on Web 07/11/2007.
- Zakon o arhivskoj građi i Arhivu Bosne i Hercegovine, „Službeni glasnik BiH”, broj 16/01, Sarajevo.
- Pravilnik o zaštiti i čuvanju arhivske građe u Arhivu Bosne i Hercegovine i registratorske građe u institucijama Bosne i Hercegovine, „Službeni glasnik BiH“, broj 10/03, Sarajevo
- Rezinović Ornela, Arhivski papiri, Magistarski rad, Univerzitet u Travniku, Fakultet za tehničke studije, smjer grafičkog inženjstva, oktobar 2013.

Corresponding author:

Ornela Rezinović

Branislava Đurđeva 20

71000 Sarajevo

ornelarezinovic071@gmail.com

loly071@gmail.com

STANJE U INDUSTRIJI CPAG U SRBIJI
CONDITION IN PULP AND PAPE INDUSTRY OF SERBIA

Vladimir Burda
Privredna komora Srbije, Beograd, SRBIJA

UTICAJ MAKROEKONOMSKE POLITIKE NA STANJE U INDUSTRIJI CELULOZE I PAPIRA

INFLUENCE OF THE MACROECONOMIC POLICIES ON THE SITUATION IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY

Nataša Bogavac-Cvetković, Tamara Cvetković

Fakultet za poslovno industrijski menadžment, Univerzitet Union - Nikola Tesla, Beograd, Srbija

Izvod

Iskustvo većine tranzitornih zemalja govori da su sa manje ili više uspeha iskoristile međunarodne tržišne mogućnosti kako u domenu priliva investicionih tokova, tako i u domenu jačanja stepena internacionalizacije svojih privreda. Budući da je privreda Srbije ostala izvan aktuelnih dešavanja na međunarodnom tržištu rada, usluga i kapitala izuzetno značajna je analiza uticaja makroekonomske politike na stanje u industriji celuloze i papira.

Ključne reči: makroekonomska politika, investicije, industrija, celuloza, papir

Abstract

The experience of the majority of transition countries shows that they have more or less successfully taken advantage of international market opportunities in the domain of investment inflow, as well as in the area of strengthening the degree of internationalization of their economies. Bearing in mind that the economy of Serbia was left out of the current activities in the international labor, services and capital market, the analysis of the impact of macroeconomic policies on the state of the pulp and paper industry is significantly essential.

Key word: macroeconomics politics, investment, industry, pulp, paper

1. UVOD

Ključni deo privrednih promena u Srbiji zasnovanih na merama ekonomske politike rezultirao je efektima u raznim sferama privrednog života poput razvoja institucija za unapređenje preduzetništva, ograničavanja budžetskog deficita, restrukturiranja privrede i povećanja nivoa konkurentnosti. Polazište tih promena su principi i metode tržišnog načina poslovanja. Takođe, država je ta koja putem određenih instrumenata makroekonomske politike mora da suzbije monoploske tendencije što dovodi do veće konkurencije na nacionalnom tržištu a indirektno i na međunarodnom tržištu.

Srbija u narednoj deceniji mora da izvrši temeljan zaokret u cilju uspešnog ekonomskog rasta i razvoja zato što su iscrpljene mogućnosti i pretpostavke na kojima se zemlja razvijala u prethodnoj deceniji. Srbija se još uoči svetske ekonomske krize, koja je samo pogoršala situaciju, naročito u realnom sektoru i na području zaposlenosti, suočila sa dve fundamentalne makroekonomske neravnoteže. To su, sa jedne strane, suviše brz rast lične i javne potrošnje u odnosu na ostvareni bruto domaći proizvod (BDP) i, sa druge strane, prevelik oslonac na rast nerazmenljivih dobara u stvaranju bruto domaćeg proizvoda (BDP), što je uticalo na povećanje spoljnotrgovinskog i tekućeg platnog deficita zemlje.

2. KARAKTERISTIKE MAKROEKONOMSKE POLITIKE U SRBIJI

Poslovni ambijent Republike Srbije negativno se odražava na efikasnost privrednih subjekata. Neadekvatna ekonomska politika, koja je praćena niskim nivoom investicione aktivnosti, bržim rastom uvoza od izvoza, uz visok spoljnotrgovinski deficit i visoku stopu nezaposlenosti, je dovela do opšteg pada privrednih aktivnosti. Imajući u vidu navedeno, neophodno je da se ukaže na činjenicu da je privredno okruženje uticalo na slabljenje finansijskih potencijala domaćih kompanija uključujući i sektor celuloze i papira. U tom kontekstu, prikazaće se ključne karakteristike monetarne i fiskalne politike.

Privreda Srbije se, nakon dugogodišnjeg perioda u kome je dominirala cenovna nestabilnost, visoka stopa inflacije, neadekvatna monetarna politika i nerazvijen finansijski sektor, danas nalazi na prekretnici. Prva faza sprovođenja tranzicije je završena a reformski procesi dobijaju na intenzitetu. Monetarna politika ne utiče samo na novčanu masu i kamatne stope, već u velikoj meri i na nivo ekonomske aktivnosti. Kada se govori o ciljevima monetarne politike gotovo uvek se pominje šest osnovnih ciljeva: visoka stopa zaposlenosti, privredni rast, stabilnost cena, stabilnost kamatnih stopa, stabilnost finansijskih tržišta i stabilnost na deviznim tržištima.¹

Stabilan i održiv ekonomski rast uz rast zaposlenosti i unapređenje životnog standarda su postavljeni strateški ciljevi Srbije. Monetarna politika kroz obezbeđenje niske i stabilne inflacije treba da potpomogne ispunjenju ovih ciljeva. Osnovi cilj monetarnog režima je kontrola infacije. Kurs treba da prati svoj trend dok NBS interveniše samo da spreči preterane oscilacije. Režim ciljanja infacije i fleksibilnog kursa pokazuje svoje prednosti i kod izlaska iz krize. Ciljajući infaciju, NBS treba da nastavi proklamovanu politiku postepenog smanjivanja infacije. Niska i stabilna infacija je stimulativna za investicije i ekonomski rast. Takođe, niska i stabilna infacija je presudan faktor deevroizacije, odnosno dinarizacije privrede, procesa koji bi doneo značajne koristi Srbiji i koji treba podržati². Radi definisanja okvira za odlučivanje o monetarnoj politici na srednji rok i usidravanja i stabilizacije inflacionih očekivanja Narodna banka Srbije je utvrdila ciljanu inflaciju za 2013. i 2014. godinu. Ciljana stopa inflacije (s dozvoljenim odstupanjem), merena godišnjom procentualnom promenom indeksa potrošačkih cena, za period od 2012. do 2014. godine, polazeći od njihove vrednosti na kraju prethodne godine iznosi $4\% \pm 1,5$ p.p. Ciljana inflacija zasnovana je na oceni da do 2014. godine neće biti završene strukturne reforme i liberalizacija cena, tj. nominalna, realna i strukturna konvergencija prema Evropskoj uniji. U cilju upravljanja rizicima iz međunarodnog okruženja početkom 2015. godine sprovedena je oprezna monetarna politika uz donošenje novog seta mera fiskalne konsolidacije.³

Spoljnotrgovinska razmena privrede Srbije ukazuje na neprekidno povećanje trgovinskog deficita. Ukupna spoljnotrgovinska razmena Srbije u periodu januar-septembar 2014. godine bila je oko 19,7 milijardi evra što je za 2,3 odsto više nego u istom periodu prethodne godine.⁴ U saopštenju RZS-a se naglašava da je u 2014. godini spoljnotrgovinska robna razmena bila najveća sa zemljama sa kojima je potpisan sporazum o slobodnoj trgovini. Zemlje članice Evropske unije čine više od polovine ukupne razmene (64,1%). Posmatrano pojedinačno po zemljama, najveći suficit u razmeni ostvaren je sa Bosnom i Hercegovinom, Crnom Gorom i Makedonijom. Ukupna spoljnotrgovinska robna razmena Republike Srbije za period januar - februar 2015. godine beleži deficit od 4.629,8 miliona dolara odnosno pad od 11,0% u odnosu na isti period prethodne godine.⁵

Osnovno obeležje fiskalnog sistema u Srbiji jeste usmerenje na iscrpljivanje fiskalnih kapaciteta privrede i usmeravanje tako koncentrisanog finansijskog potencijala u sanaciju posledica ekonomske i socijalne politike.⁶ Za veliki broj poreskih obveznika poreski sistem je nepravedan, otežavajući i ograničavajući faktor u pogledu odvijanja privrednog života. S obzirom na nedovoljno progresivan sistem oporezivanja dohotka i izražen regresivni karakter indirektnih poreza, poreski sistem Srbije je koncipiran na taj način da najveći deo poreskog tereta podnose slojevi stanovništva sa nižom ekonomskom moći što determiniše donošenje ekonomskih odluka i utiče na neadekvatnu preraspodelu dohotka.⁷ Svaki poreski oblik predstavlja teret kako za preduzeća tako i za stanovništvo, a manifestuje se kroz smanjenje raspoloživog dohotka, a svako smanjenje raspoloživog dohotka za rezultat ima smanjenje tražnje.

¹ Frederik S. Miškin (2006) *Monetarna ekonomija, bankarstvo i finansijska tržišta*, str. 411.

² Богавац-Цветковић, Н., Котлица, С., Павловић, Р. (2013) *Воздействие макроэкономической политики на развитие экономики Србији*, poglavlje u monografiji Новик, А. Н. (уредник) Сербские научные исследования 2012, Сборник научных статей, Москва

³ Narodna banka Srbije (2015) *Izveštaj o inflaciji*, februar 2015, str. 6.

⁴ Republički zavod za statistiku (RZS) Srbije, pristup 16.05.2015

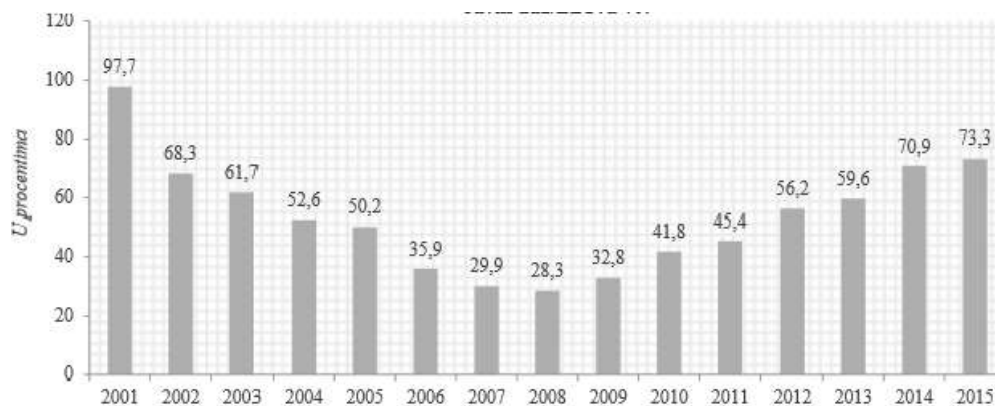
⁵ Republički zavod za statistiku (RZS) Srbije (2015) *Mesečni statistički bilten*, 02/2015, Beograd 2015, str.46.

⁶ Adžić, S., Popović, D. (2005) *Fiskalni sistem i fiskalna politika-njihov doprinos u unapređenju konkurentnosti privrede Srbije*, Ekonomija, 12(1).

⁷ Đurović-Todorović, J., Đorđević, M. (2010) *(Ne)efikasnost poreskog sistema Srbije*, Finansije, 1-6/2010. Beograd

Ostvaren je rast kreditne aktivnosti u privredi RS. Domaći krediti su u poslednjem kvartalu 2014. povećani za 1,4%, a njihovo učešće u ocenjenom BDP-u za 0,7 p.p. Skoro 60% kreditnih pasmana privredi RS bio je namenjen finansiranju obrtnih sredstava. Nepovoljna ekonomska situacija, pooštavanje kreditnih standarda od strane banaka kao i nedostatak investicija su uslovile veoma skromno odobravanje investicionih kredita.⁸

Jedan od gotovo najznačajnijih izvora finansiranja domaće privrede predstavlja zajmovni kapital. Zajmovni kapital je oblik priliva inostranog kapitala. Ukupan dug opšte države Republike Srbije na dan 31.03.2015. godine iznosi 24,6 milijardi EUR od čega javni dug Republike Srbije iznosi 24,2 milijardi EUR.⁹ Najniži iznos javnog duga posmatrano od 2000. godine je ostvaren u 2008. i iznosio je 8,78 milijardi eura ili 28,3 % BDP-a. Javni dug Srbije na kraju 2014. godine iznosio je 22,76 milijardi evra, što je 70,9% bruto domaćeg proizvoda (BDP). Zakonom o budžetskom sistemu učešće javnog duga u BDP-u ograničeno je na 45%.



Slika 1. Učešće javnog duga u bruto domaćem proizvodu Republike Srbije

Izvor: Ministarstvo finansija Republike Srbije – Uprava za javni dug (2015) Mesečni izveštaj - Analiza javnog duga i duga opšte države, mart 2015. godine, broj 36, Beograd

Otrprike dve trećine ukupnog javnog duga Srbije finansira se iz spoljnih izvora. Eksterno finansiranje je iz zvaničnih izvora (Programa MMF-a i ostalih zajmova međunarodnih finansijskih institucija), kao i iz privatnog sektora (državnih obveznica i zajmova banaka). Tokom protekle dve godine, Srbija je pozajmila na međunarodnim tržištima kapitala ukupno 4,25 milijarde USD. Ostatak javnog duga se finansira iz domaćih izvora i u velikoj meri kroz tržišta kapitala, pri čemu većinu državnih obveznica kupuju banke.¹⁰ Na rast spoljnog duga je u prvoj polovini 2014. godine uticalo je zaduživanje države na međunarodnom finansijskom tržištu, dok je dug privatnog sektora smanjen. Spoljni dug Republike Srbije do 2014. godine je posledica zaduživanja po osnovu emisije evroobveznica, pozajmica od EIB, EBRD, Pariskog kluba i ostalih stranih kreditora.

Makroekonomski pokazatelji Republike Srbije su prezentovani u cilju ukazivanja da na lošu poslovnu klimu u Srbiji utiču, pored neefikasnosti javnog sektora, i pojačani inflatorni tokovi, nelikvidnost privrede kao i protivrečnost kreatora ekonomske politike. Zabeležen je realni pad BDP u 2014. godini od 1,8% kao i tendencija smanjenja industrijske proizvodnje.

⁸ Narodna banka Srbije (2015) *Izveštaj o inflaciji*, februar 2015, str. 25.

⁹ Ministarstvo finansija Republike Srbije – Uprava za javni dug (2015) Mesečni izveštaj - Analiza javnog duga i duga opšte države, mart 2015. godine, broj 36, Beograd.

<http://www.javnidug.gov.rs/upload/Stanje%20i%20struktura/Stanje%20i%20struktura%20-%20SRB%20LATINICA.pdf>, pristup 17.05.2015

¹⁰ <http://www.ebrd.com/downloads/country/strategy/serbia-strategy-serbian.pdf>, pristup linku 16.05.2015

Tabela 1. Makroekonomski pokazatelji - Srbija 2001-2014. godina¹¹

	2001.	2002.	2003.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Nominalni BDP (u milijardama \$)	12.3	16.2	21.2	24.7	26.1	30.7	40.5	49.2	42.6	39.0	46.5	40.7	45.5	43.9
Rast realnog BDP-a	5.0%	7.1%	4.4%	9.0%	5.5%	4.9%	5.9%	5.4%	-3.1%	0.6%	1.4%	-1.0%	2.6%	-1.8%
BDP po glavi stanovnika (USD)	6 632	7 216	7 705	8653	9455	10264	11203	12087	11847	12110	12633	12791	13380	13329
Rast industrijske proizvodnje-Industrijski prosek	0,1	1,8	-3,0	7,1	0,8	4,7	3,7	1,1	-12,6	2,5	11,4	0,1	1,8	-3,0

3. STANJE U INDUSTRIJI CELULOZE I PAPIRA

Većina zemalja u tranziciji je primenjivala markoekonomsku politiku zasnovanu na "brzoj" privatizaciji i liberalizaciji cena. I pored sprovođenja intenzivnih reformskih procesa proteklih godina Srbija je imala nedovoljno dinamičan rast i nepovoljnu strukturu ekonomskog rasta. Vodeći generatori rasta su uglavnom bile uslužne delatnosti (trgovina, saobraćaj, skladištenje i veze, usluge finansijskog posredovanja, PTT usluge i telekomunikacije). Kao posledica globalne ekonomske krize došlo je pogoršanja poslovanja u svim oblastima privređivanja, naročito u 2009. i 2012. godini.¹²

U februaru 2015. u odnosu na isti mesec 2014. godine ostvaren je pad industrijske proizvodnje za 3,3%, a u odnosu na prosek 2014. godine industrijska proizvodnja je manja za 6,3%. Navedeni pad je posledica pada u sledećim sektorima: proizvodnja električne energije, eksploatacija uglja, proizvodnja derivata nafte, prerada drveta i proizvodi od drveta, osim nameštaja i proizvodnja električne opreme.¹³

Proizvodnja celuloze i papira i prerada papira u 2014. godini u odnosu na 2013. godinu, beleži povećanje od 1,5%. S obzirom da je u periodu 2013/2012. zabeležen pad od 0,1%, može se konstatovati da je došlo do poboljšanja.¹⁴

Spoljnotrgovinska razmena celuloze, papira i prerade papira je u 2014. u odnosu na prethodnu godinu doživela značajan pad. Prema podacima Privredne Komore Srbije, ukupna robna razmena celuloze, papira i prerade papira, u 2014. godini, iznosi 1.163 miliona USD pri čemu je:

- vrednost realizovanog izvoza 384,9 miliona USD;
- uvoz je ostvaren u vrednosti od 778,6 miliona USD;
- *trgovinski deficit* ostvaren je u vrednosti od 393,7 miliona USD i povećan je za 115 miliona USD u poređenju sa 2013. godinom;
- značajno povećanje uvoza u odnosu na 2013. godinu je ostvareno kod proizvodnje papira i kartona i predmeta za domaćinstvo i celuloze, dok je izvoz povećan jedino u oblasti proizvodnje papira i kartona i proizvodnje predmeta za domaćinstvo.

¹¹ http://sr.wikipedia.org/sr-el/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%A1%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%98%D0%B5#cite_note-IMF_GDP_2010-1, pristup 17.05.2015 podaci sa navedenog linka preuzeti 17.maja 2015.

¹² Privredna komora Srbije (2013) *Srbija vaš poslovni partner*, str.8.
<http://www.pks.rs/SADRZAJ/Files/CMIP/Brosura%20PKS%20sr%281%29.pdf>, pristup linku 15.05.2015.

¹³ Ministarstvo finansija Republike Srbije (2015) *Bilten javnih finansija*, broj 126, Februar 2015. godine, Beograd, str.4

¹⁴ Privredna komora Srbije, Privreda Srbije (2015, 2014) *Drvena industrija, Šumarstvo, drvna industrija, celuloza i papir*, Beograd

<http://www.pks.rs/PrivredaSrbije.aspx?id=5&p=2&>, pristup linku 17.05.2015

Tabela 2. Spoljnotrgovinska razmena industrije celuloze i papira u 2014. godini (u USD)

O P I S	Izvoz 2013	Izvoz 2014	Uvoz 2013	Uvoz 2014	Saldo 2013	Saldo 2014
Proizvodnja celuloze	216.451	96.971	25.527.518	26.990.192	-25.311.067	-26.893.221
Proizvodnja papira i kartona	202.355.743	262.204.508	385.422.609	548.581.932	-183.066.866	-286.377.424
Proizv. talasastog papira i ambalaže	74.755.733	73.284.733	82.296.495	73.612.663	-7.540.762	-327.930
Proizv. predmeta za domaćinstvo i sl.	32.009.964	38.98.3835	82.932.636	106.857.207	-50.922.672	-67.873.372
Konfekcioniranje papira	5.441.129	4.501.279	12.241.175	11.845.302	-6.800.046	-7.344.023
Proizvodnja zidnih tapeta	250.990	117.993	1.421.361	1.373.846	-1.170.371	-1.255.853
Proizv. ostalih predmeta od papira	6.039.831	5.751.856	9.842.389	9.389.293	-3.802.558	-3.637.437
Ukupno	321.069.841	384.941.175	599.684.183	778.650.435	-278.614.342	-393.709.260

Izvor: Prerađeno od strane autora, Privredna komora Srbije (2015, 2014) Privreda Srbije, Drvna industrija, Šumarstvo, drvna industrija, celuloza i papir, Beograd, <http://www.pks.rs/PrivredaSrbije.aspx?id=5&p=2&>, pristup linku 17.05.2015

Iz podataka prezentiranih u tabeli 2 uočava se povećanje izvoza za 63,9 miliona dolara, a uvoza za 179 miliona dolara, odnosno porast deficita za 115,1 miliona dolara u odnosu na 2013. godinu.

Najveći izvoz iz oblasti celuloze i papira, ostvaren je u proizvodnji papira i kartona, koji čine oko 68% izvoza ove privredne oblasti, zatim u proizvodnji talasastog papira i ambalaže, koji učestvuju sa 19%, a izvoz svih ostalih stavki čini oko 13%.

Tabela 3. Najznačajnije partneri RS u izvozu celuloze i papira i proizvoda od papira (u milionima USD)

Zemlje	Izvoz 2013	Izvoz 2014	Saldo
Bosna i Hercegovina	34	38,8	4,4
Poljska		29,8	
Hrvatska	27	26,4	- 0,6
Grčka	17	25,2	8,2
Nemačka	22	20,5	-1,5
Makedonija	18	19,6	1,6
Rumunija	16	18	-2

Izvor: Prerađeno od strane autora, Privredna komora Srbije (2015, 2014) Privreda Srbije, Drvna industrija, Šumarstvo, drvna industrija, celuloza i papir, Beograd; <http://www.pks.rs/PrivredaSrbije.aspx?id=5&p=2&>, pristup linku 17.05.2015

Najznačajnije zemlje iz kojih se uvozila celuloza, papir i proizvodi od papira su u 2014. godine bile: Švedska sa 148,9 miliona dolara; Finska sa 69,2 miliona dolara, Poljska sa 53 miliona dolara, Nemačka sa 52,8 miliona dolara, Italija sa 52,6 miliona dolara i Austrija sa 40 miliona dolara.¹⁵

Dosadašnji trend izvoza i uvoza, između ostalog, utiče na kontinuiran porast trgovinskog deficita, tako da se njegova vrednost u ovoj oblasti godinama povećava o čemu svedoče i podaci u poslednje dve godine.

Prema podacima RZS, ukupan broj zaposlenih u februaru 2015. godine u odnosu na prethodni mesec je smanjen za 0,2% i iznosio je 1.695 hiljada lica. Smanjenje zaposlenosti u februaru 2015.

¹⁵ Privredna komora Srbije (2015, 2014) Privreda Srbije, Drvna industrija, Šumarstvo, drvna industrija, celuloza i papir, Beograd

<http://www.pks.rs/PrivredaSrbije.aspx?id=5&p=2&>, pristup linku 17.05.2015

godine u odnosu na februar 2014. godine je zabeleženo u gotovo svim delatnostima, uključujući i oblast celuloze i papira i proizvoda od papira, a posebno u sektorima građevinarstva i poljoprivrede. Istovremeno je ostvaren rast zaposlenosti u oblasti uslužnih delatnosti.¹⁶

Tabela 4. Prosečne zarade po zaposlenom u Republici Srbiji, po delatnostima (u RSD)

O P I S	2015 mart	
	Bruto zarade	Neto zarade
UKUPNO	59.141	43.121
Poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo	59.141	43.121
Prerađivačka industrija	52.776	38.672
Proizvodnja prehrambenih proizvoda	49.286	36.070
Proizvodnja pića	84.851	61.350
Proizvodnja kože i predmeta od kože	31.244	22.990
Prerada drveta i proizvodi od drveta, osim nameštaja	36.521	26.999
Proizvodnja papira i proizvoda od papira	66.379	48.671
Građevinarstvo	59.108	44.475
Trgovina na veliko i malo i popravka motornih vozila	47.218	35.249
Saobraćaj i skladištenje	61.246	44.576

Izvor: Republički zavod za statistiku (2015) Prosečne zarade po oblastima, KD2010, Beograd

Prema podacima RZS prosečne neto zarade zaposlenih u industriji celuloze, papira i preradi papira u Srbiji su nešto više od proseka privrede u martu 2015. godine kada su iznosile 48.671 dinara. Prosečna neto zarada isplaćena u martu 2015. godine iznosi 43.121 dinara i nominalno je veća za 0,9%, a realno je veća za 0,2% u odnosu na februar 2015. godine.¹⁷

Očito je da srpsko tržište papira zahteva vrlo široku lepezu proizvoda od papira koja se ne mogu zadovoljiti domaćom ponudom. Otvaranje nacionalne privrede i liberalizacija spoljnotrgovinskog poslovanja u ovoj oblasti je rezultirala velikim debalansom u korist uvoza i konkurentskim pritiskom kvalitetnih uvoznih proizvoda relativno niskih cena u odnosu na domaće što potiskuje domaću ponudu i sa domaćeg tržišta. Ovo ukazuju na neophodnost brzih strukturnih promena u industriji papira i celuloze jer u suprotnom ne samo da će se rezultati spoljnotrgovinske razmene ove delatnosti pogoršavati, nego će se smanjivati i udeo na domaćem tržištu i pogoršavati ekonomski položaj ove grupacije delatnosti, koji je i sada veoma složen.

ZAKLJUČAK

Neadekvatna makroekonomska politika ima negativne konsekvence na privrednu aktivnost koja je u padu kao i na poslovanje preduzeća. Efikasnost industrije papira i celuloze značajno je oslabljena od 2002. godine kako na domaćem tako i na inostranom tržištu. Imajući u vidu rastuće potrebe za proizvodima industrija celuloze, papira i prerade papira Srbije, jer je ona vezana za sve druge oblasti privrede, a njena proizvodnja je daleko ispod nivoa tražnje, to objašnjava i kontinuirano rastući uvoz, koji je godinama daleko veći od izvoza, pa je tako i rastući spoljnotrgovinski deficit u ovoj oblasti, iz godine u godinu, sve veći.

¹⁶ Republika Srbija, Ministarstvo finansija (2015) *Bilten javnih finansija*, broj 126, februar 2015. godine, Beograd, str.8.

¹⁷ Republički zavod za statistiku (2015) *Zarade po zaposlenom u Republici Srbiji*, mart 2015, Beograd.

LITERATURA

- [1] Frederik S. Miškin (2006) *Monetarna ekonomija, bankarstvo i finansijska tržišta*, Data status, Beograd, str. 411.
- [2] Bogavac-Cvetković, N., Kotlica, S., Pavlović, R. (2013) *Vozdeïstvie makroekonomičeskoï politiki na razvitie ekonomiki Serbii*, poglavlje u monografiji Novik, A. N. (urednik) Serbskie naučnye issledovanija 2012, Sbornik naučnyh stateï, Moskva
- [3] Narodna banka Srbije (2015) *Izveštaj o inflaciji*, februar 2015, Beograd
- [4] <http://www.svetnovca.rs/84-finansijske-vesti/2663-spoljnotrgovinska-robna-razmena-republike-srbije-maj-2014>, pristup 16.05.2015. godine
- [5] Republički zavod za statistiku Srbije (2015) *Mesečni statistički bilten* 02/2015, Beograd 2015, str.46.
- [6] Adžić, S., Popović, D. (2005) *Fiskalni sistem i fiskalna politika-njihov doprinos u unapređenju konkurentnosti privrede Srbije*, Ekonomija, 12(1).
- [7] Đurović-Todorović, J., Đorđević, M. (2010) *(Ne)efikasnost poreskog sistema Srbije*, Finansije, 1-6/2010. Beograd
- [8] Ministarstvo finansija Republike Srbije – Uprava za javni dug (2015) Mesečni izveštaj - *Analiza javnog duga i duga opšte države*, mart 2015. godine, broj 36, Beograd.
- [9] <http://www.ebrd.com/downloads/country/strategy/serbia-strategy-serbian.pdf>
- [10] http://sr.wikipedia.org/sr-el/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0_%D0%A1%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%98%D0%B5#cite_note-IMF_GDP_2010-1, pristup 17.05.2015
- [11] Privredna komora Srbije (2013) *Srbija vaš poslovni partner*, Beograd
- [12] Ministarstvo finansija Republike Srbije (2015) *Bilten javnih finansija*, broj 126, Februar 2015. godine, Beograd
- [13] Privredna komora Srbije (2015, 2014), Privreda Srbije, Drvna industrija, *Šumarstvo, drvna industrija, celuloza i papir*, Beograd
- [14] <http://www.pks.rs/PrivredaSrbije.aspx?id=5&p=2&>, pristup linku 17.05.2015
- [15] Republički zavod za statistiku (2015) *Prosečne zarade po oblastima*, KD2010, Beograd
- [16] Republički zavod za statistiku (2015) *Zarade po zaposlenom u Republici Srbiji*, mart 2015, Beograd.

INDUSTRIJA CELULOZE I PAPIRA PRED IZAZOVIMA NOVE ENERGETSKO-EKOLOŠKE POLITIKE I PRAKSE

PULP AND PAPER INDUSTRY IN FRONT OF ECONOMIC, ENVIRONMENTAL AND ENERGY CHALLENGES

Petar Đukić

Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

Izvod

Kako u celom svetu, posebno u Evropi, tako i u privredi Srbije industrija se nalazi pred mnoštvom novih izazova. Ekološka održivost i energetska efikasnost elementarne su pretpostavke funkcionisanja u novim postkriznim okolnostima. Srbija nema priliku da bira kada je u pitanju nova ekonomska struktura. Ekonomija mora po definiciji biti konkurentna u globalnim okvirima a proizvodnja prolazi kroz čistilište unutrašnje i globalne konkurencije, i sve viših ekoloških standarda. Industrija celuloze i papira u Srbiji može da postane jedna od vodećih prerađivačkih industrija samo ako se uklopi u novu energetska-ekološku politiku i praksu.

Ključne reči: prerađivačka industrija, ekološka održivost, energetska efikasnost, restrukturiranje, konkurentnost, konkurencija, tehnološka rekonstrukcija

Abstract

Just like in the whole world, and especially in Europe, industry is facing many new challenges in the Serbian economy. Environmental sustainability and energy efficiency are elementary presumptions of functioning in the new post-crisis circumstances. Serbia does not have an opportunity to choose when it comes to the new economic structure. Economics by definition must be competitive within global frameworks, and production goes through the purgatory of internal and global competition and ever more demanding ecological standards. The pulp and paper industry in Serbia might become one of the leading processing industries only if it fits in the new energy-ecology policy and practice.

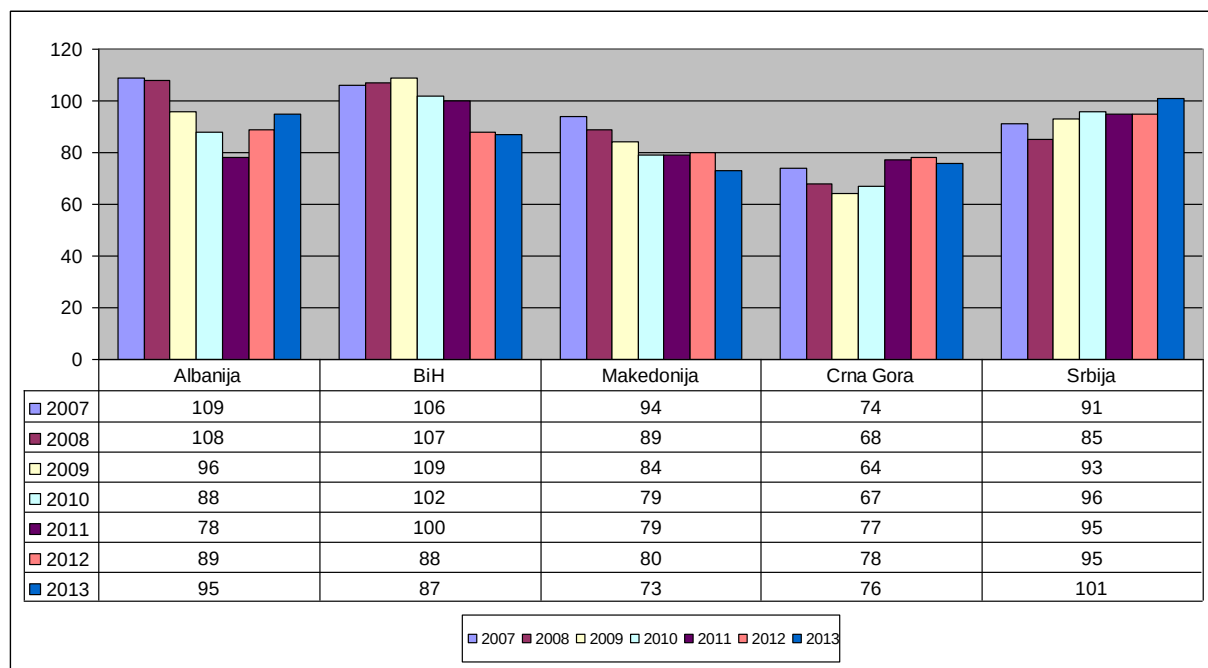
Key words: processing industry, environmental sustainability, energy efficiency, restructuring, competitiveness, competition, technological reconstruction

UVODNE NAPOMENE

Mnoge nove činjenice determinišu poziciju prerađivačke industrije u neposrednom i sve konkurentnijem okruženju. Jedna od njih može da bude i pokretanje privredne aktivnosti i energije ljudi u obnovi poplavljenih područja, naročito infrastrukture, građevinskih objekata, asanaciji terena i redizajniranje javnih objekata za bezbednost i samozaštitu. Dakle, s tog stanovišta deo industrijske proizvodnje, posebno građevinske i prerađivačke, (naravno u tom kontekstu i ambalažne industrije, odnosno proizvodnje celuloze i papira) mogao da se pokrene i doživi nove podsticaje sa strane domaće tražnje. Međutim, ti podsticaji su po definiciji kratkog roka i morali bi da budu samo inicijalna kapisla za restrukturiranje i modernizaciju celog sektora u cilju povećanja izvozne ponude, koja bi doprinela oporavku na dugi rok.

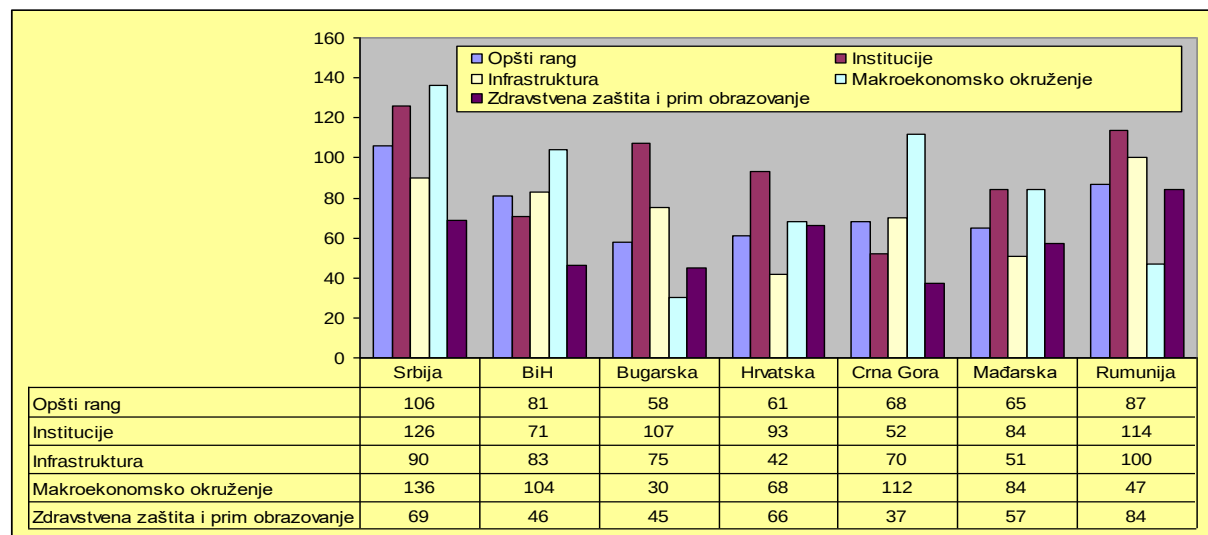
1. IZAZOVI GLOBALNE KONKURENTNOSTI

Konkurentnost ukupne privrede Srbije je već odavno u opadanju, ne samo u globalnim, već i u regionalnim razmerama. Prema izveštaju Svetskog ekonomskog foruma za 2013. i 2014. godinu Srbija je rangirana na 101. poziciji, od ukupno 149 zemalja (WEF 2013). Pozicija Srbije zajedno sa Crnom Gorom, otkad se meri konkurentnost na globalnom nivou krenula je od 85. mesta (za Državnu zajednicu SCG) da bi vremenom padala, a posebno nakon početka globalne krize (FREN 2013). Kao samostalna država 2007. Srbija je bila na 91. mestu. Na kratko, u 2008. poboljšala je svoj rang osvojivši 85. mesto, ali je njena kasnija pozicija gotovo permanentno padala, sve do 101. mesta u 2013. Istini za volju, treba naglasiti da je u 2013. rangirano ukupno 149 zemalja, petnaest više nego u prvoj godini iz serije (vidi sliku 1.).



Slika 1. WEF- Rang konkurentnosti Srbije i nekih relevantnih zemalja u regionu od 2007-2014.

Za razliku od prethodne 2012. godine, gde je primetan zanemarljiv pad vrednosti indeksa globalne konkurentnosti, onaj iz 2013. godine bi se mogao okarakterisati kao značajan, jer je ostvarena vrednost - pozicija na nivou istorijskog minimuma u sedmogodišnjem periodu od 2007. do 2013. godine. Zabrinutost izazivaju pogoršane tekuće mekroekonomske performanse, po kojima je Srbija u vrhu rizika od svih zemalja u regionu (fiskalni deficit, visina javnog duga, odnos štednje prem BDP itd). I ostali, tradicionalno loši pokazatelji stanja (po ključnim „stubovima“) kao što je infrastruktura itd, govore o lošim pretpostavkama Srbije za investicije, rast i razvoj, tačnije rečeno, slabim konkurentskim adutima današnje strukture ekonomije, uz sve pripadajuće, pa i one i nešto povoljnije rangirane „stubove“ (vidi sliku 2.)



Slika 2. Opšti rang i rangiranje po pojedinim stubovima konkurentnosti za Srbiju i zemlje u okruženju prema WEF Competitiveness Indeks 2013/14

Pad za više od 15 mesta tokom desetak godina, ne može se obrazložiti samo kriterijumima WEF, odnosno načinom testiranja po pojedinim stvakama konkurentnosti, što objektivno manje odgovara

Srbiji nego nekim drugim zemljama u okruženju¹⁸. Globalna scena pokazuje i to da se relativna konkurentna pozicija, kao opšta ekonomska spremnost nacionalnih privreda da uđu u međunarodnu utakmicu, veoma razlikuje i brzo menja. Nema sumnje da je od izuzetnog značaja ono što se dešava na planu svih 12 pojedinih stubova konkurentnosti Srbije, među kojima kojima su i obrazovanje, tehnička sofisticiranost poslovanja, razvijenost tržišta i konkurencije, naučno-istraživački rad, tržište rada....

2. SVETSKA PRIVREDA, SRBIJA I INDUSTRIJA CELULOZE I PAPIRA

Svetska ekonomija je trenutno pod jakim pritiskom politike i velikih neizvesnosti sa globalne geopolitičke scene, pre svega vezanih za stanje u Ukrajini. Prognoze globalnog rasta i oporavka nešto su bolje nego za protekle godine, ali su veoma neujednačene i neizvesne.

2.1. Rast globalne i lokalnih ekonomija i stanje industrije

Prognoza rasta u 2014. za svet u celini revidirana je od strane MMF i trenutno iznosi 3,7%, a za narednu 2015. čak 3,9%, što je još uvek skromno, ali znatno bolje u poređenju sa godinama krize (MMF Outlook 2014). Rast ekonomije SAD ove godine trebalo da se ubrza na 2,8 odsto, nakon 1,9 odsto u prošloj godini, dok će rast eurozone u celini ove godine iznositi jedan odsto, a u narednoj godini 1,4 %, nakon pada od 0,4 odsto u prošloj godini. Za posustalu Evropu značajan i trajan rast još uvek je nedostižan, a za tržišne privrede u nastajanju, kao i za zemlje u razvoju, prognozira se nepromijenjen rast za ovu godinu od oko 5,1%, dok je projektovana stopa za narednu godinu 5,4 odsto. To ukazuje na izvesno ubrzanje ekonomske aktivnosti u tim ekonomijama, nakon rasta od 4,7% u prošloj godini. Međutim, sve može lako da se izmeni pa i preokrene, u zavisnosti od mnoštva eksternih, neekonomskih okolnosti.

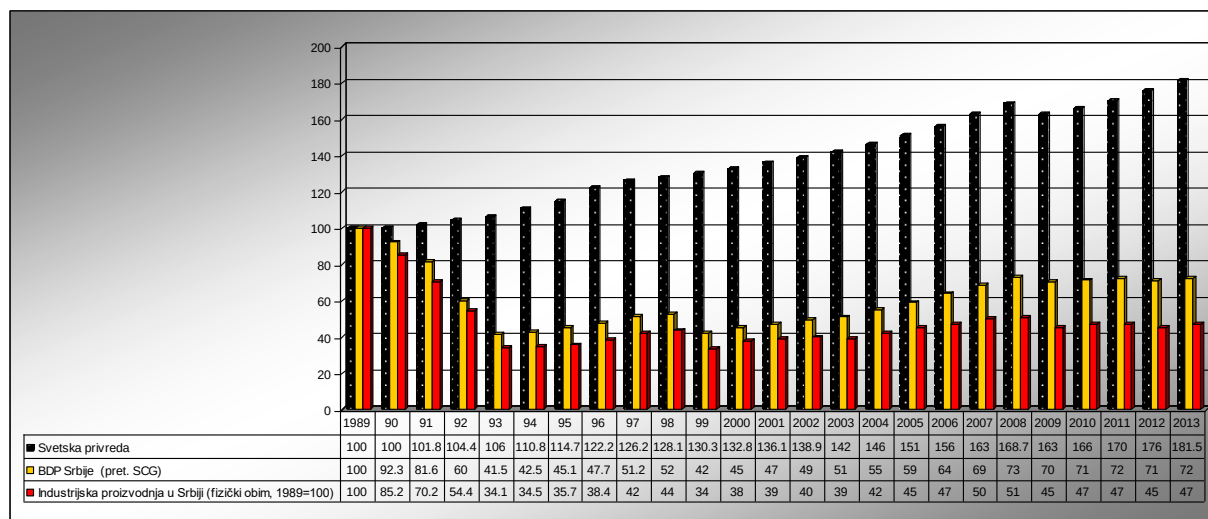
Za zemlje Srednje i Istočne Evrope kojima Srbija pripada, prognoza rasta za 2014. iznosi svega 2,8 odsto (jedva je malo povoljnija od one prethodne) dok je projektovana stopa rasta za narednu 2015. godinu snižena na 3,1 %, sa prethodno očekivanih 3,3 odsto. U prošloj 2013. godini, te ekonomije u celini „porasle” su 2,5 odsto. Prema prognozama koje dolaze spolja, i pored neizvesnosti koje uslovljavaju političke okolnosti, ima prilika za nešto viši rast i blagi oporavak ekonomija i industrije u regionu, pa i u Srbiji (zvanična projekcije iznosi samo 1%).

I da nije bilo prolećne prirodne katastrofe, Srpska ekonomska scena ne bi imala mnogo tekućih uzdanica. Ako se trenutno zanemari, ekonomski još uvek neprocenjen, uticaj poplavnog talasa i njegovih posledica, statističko stanje je tek samo malo povoljnije u odnosu na prethodne dve godine. BDP Srbije u prvom kvartalu 2014. povećan je prema „fleš proceni” statističara za svega 0,6% u odnosu na isti period prethodne godine.

Industrijska proizvodnja u Srbiji u martu 2014. godine povećana je za 3,8% u odnosu na mart 2013. godine, a u odnosu na prosek 2013. za 1,0%. Međutim, industrijska proizvodnja u periodu januar–mart 2014. godine, u poređenju sa istim periodom 2013. godine, veća je za 2,1%. Dobra vest je da je sektor prerađivačke industrije ostvario rast od 6,1%, a sektor rudarstva 2,6%. Nije zanemarljiv podatak da su najveći uticaj na rast industrijske proizvodnje u martu 2014. godine, u odnosu na isti mesec 2013. godine, imale: proizvodnja motornih vozila i prikolica, proizvodnja prehrambenih proizvoda, proizvodnja osnovnih metala, proizvodnja proizvoda od gume i plastike i proizvodnja osnovnih farmaceutskih proizvoda i preparata (Saopštenja RZS).

Na dugi rok gledano, cela industrija pa i proizvodnja uopšte, u Srbiji su na kolenima jer je sadašnji BDP još uvek niži nego u pretkriznoj 2008. godini, i na nivou od svega 72% u odnosu na davnu 1989. A industrijska proizvodnja je još uvek ispod polovine nivoa iz 1989. godine, i čak osam odsto ispod stanja u kome je bila 2008, dok je indeks globalnog BDP 181 (slika 3).

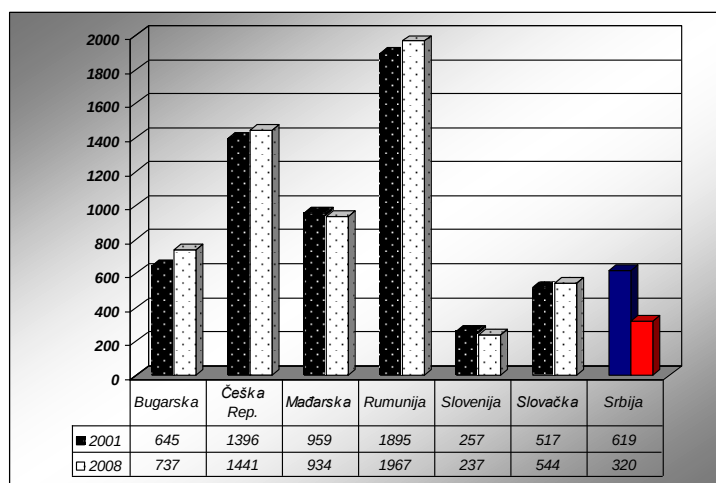
¹⁸ Mnoge ocene konkurentnosti zavise od percepcije anketiranih građana i privrednika. A poznato je da je pesimistički i izrazito kritički odnos građana prema delovanju institucija u Srbiji, pod uticajem političko-psiholoških faktora i usled produžavanja krize, možda izraženiji nego u drugim zemljama. Jedan od primera je relativna pozicija Srbije i Albanije. Do pre četiri godine Albanija je zauzimala lošiju poziciju od Srbije, ali je sada njena pozicija globalne konkurentnosti bolja. Istraživanja „osećaja sreće” i „percepcije optimizma” pokazuju da je Srbija među zemljama čiji građani imaju veoma pesimistički stav prema budućnosti, dok građani Albanije spadaju među one koji su među optimističkim nacijama.



Slika 3. Dugoročno stanje BDP i industrijske proizvodnje u Srbiji u odnosu na svetsku ekonomiju (1089=100)

Ako je već tako, ne može se očekivati mnogo povoljnija situacija ni u industriji koja obuhvata proizvodnju celuloze, papira i proizvoda od papira. Kratkoročno gledajući, ona deli sudbinu ostalih industrija pa i privrede u celini. Međutim, veoma zabrinjava pad učešća čitave industrije u ukupnoj privrednoj aktivnosti. Današnji udeo industrije u BDP Srbije kreće se oko 19%, a u bivšoj SFRJ, pre četvrt veka, industrija je zauzimala i do 40% tzv. društvenog proizvoda i zapošljavala blizu milion radnika. Uporedo sa padom udela u BDP, naročito nakon 2001. još izraženiji je bio pad broja zaposlenih u industriji koji danas iznosi samo nešto više od 300 hiljada.

Relativne promene u zaposlenosti ovdašnje industrije i industrija referentnih zemalja u okruženju pokazuju da je ovdašnji pad industrijske aktivnosti samo delimično posledica uobičajenog statističkog preokreta u smislu tranzicionog porasta učešća usluga u BDP i tranzicione recesije proizvodnje. Nakon 2001. godine učešće u BDP naglo su uvećale trgovina, saobraćaj, telekomunikacije i finansijske usluge, ali je prerađivačka industrija 2001. ostvarivala 22,2% BDP, dok je u početnoj godini krize njeno učešće palo samo na 17,4%. To, (da li je za utehu) vredi još više za poljoprivredu čiji je udeo u BDP smanjen sa 19,9% na 12,9% u istom periodu. A i jedan i drugi sektor trenutno važe za najveće uzdanice srpskog izvoza i nove privredne strukture kojoj težimo, nakon krize. Šta više, „reindustrijalizacija“ kao slamka spasa, prihvaćena je još od početaka strateškog preoblikovanja budućnosti 2010. (Strategija i politika razvoja industrije Republike Srbije 2011-2020)



Slika 4. Promene zaposlenosti nacionalnih industrija Srbije i relevantnih zemalja u tranziciji od 2001- 2008. godine (u hiljadama).

2.2. Industrija papira - pokazatelji i stanje

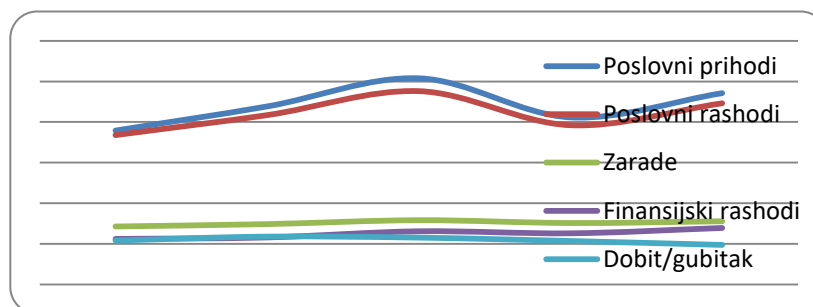
Kriza je zatekla industriju celuloze i papira u Srbiji u teškom stanju ali je relativna pozicija bila nešto manje dramatična u odnosu na neke druge industrije. Tabela 1. pokazuje da se učešće ovog sektora u ukupnoj prerađivačkoj industriji u Srbiji od početka tranzicije 2001. do krize 2009. povećalo

sa 4,8 na 7,5%. Samo su još prehrambeni proizvodi, piće i duvan, hemijski proizvodi, a privremeno i osnovni metali i metalni proizvodi, povećali udeo u ukupnoj prerađivačkoj industriji u referentnom periodu. Evo kako je u ekonomsko-finansijskom smislu kriza u prvom talasu pogodila prerađivačku industriju (slika 4). Ukupni prihod je bitno smanjen u 2009. godini da bi već 2010. privremeno porastao, ali su rasli poslovni rashodi, sa njima i zaduženja, a dobit je naglo padala, da bi se već u 2009. ušlo u zonu gubitaka, iz koje se faktički još nije izašlo. Zarade, kao i uvek do sada, sistemski rigidne, ostale su na realno skoro istom nivou kao i pre krize, ali su zato finansijski rashodi bitno porasli i doveli čitavu prerađivačku industriju u gubitke, što se može lepo uočiti na slici 4.

Tabela 1. Promena strukture fizičkog obima prerađivačke industrije u Srbiji 2001-2009.

	2001	2003	2005	2007	2008	2009
Prerađivačka industrija	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Prehrambeni proizvodi, piće i duvan	27,7	36,9	31,9	32,7	32,1	34,8
Tekstil i tekstilni proizvodi	9,8	4,2	4,1	3,7	3,3	3,0
Koža i predmeti od kože	1,6	1,3	1,1	1,0	1,0	0,9
Drvena industrija	0,9	0,5	1,0	1,1	0,9	0,8
Papir i izdavačka delatnost	4,8	3,4	5,7	6,0	6,2	7,5
Koks i derivati nafte	2,4	6,4	4,7	4,4	4,3	4,6
Hemijski proizvodi	14,0	13,9	12,3	13,0	13,4	12,6
Guma i plastika	5,3	4,7	4,4	4,4	4,4	4,2
Ostali nemetalni minerali	7,5	6,0	5,2	5,2	4,9	4,6
Osnovni metali i metalni proizvodi	10,5	10,6	12,7	13,5	14,0	12,2
Ostale mašine i uređaji	4,2	4,3	6,6	4,3	4,6	4,6
Električni i optički uređaji	3,5	2,6	4,3	4,0	4,0	3,9
Saobraćajna sredstva	4,4	2,9	3,6	3,3	3,2	3,4
Ostalo	3,3	2,4	2,4	3,5	3,7	2,9

Izvor: Republički zavod za razvoj, na osnovu podataka RZS



Slika 4. Kretanje osnovnih pokazatelja sektora prerađivačke industrije nakon prvog udara krize 2009. godine.

2.2. Reindustrijalizacija kao mogućnost ili iluzija

Evropska unija, kao i njeni kandidati za ućanjenje, naročito Srbija danas, pa i većina zemalja u Evropi, pojedinačno sanjaju o „reindustrijalizaciji“. Da li je to i koliko realistično? Veliki je problem u tome što se ne može jasno uočiti kakve bi globalne strukturne promene to zahtevalo. U sadašnjim okolnostima, izgledi za brži rast industrije na dugi rok imaju brzorastuće zemlje u razvoju, posebno Kina, Indija, Brazil, Indonezija, Južna Koreja, s obzirom na daleko višu cenovnu konkurentnost njihovih proizvoda, prvenstveno nižu cenu rada.

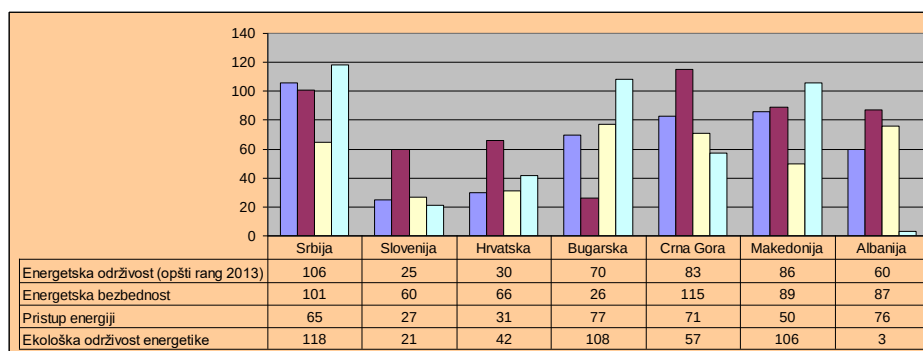
Strategija *Europe 2020* jasno poručuje da će Evropska unija davati prioritet: ekonomskom rastu koji se sastoji u primeni znanja, novih tehnologija koje su efikasnije u ekonomskom smislu, ali koje su i ekološki i resursno efikasne (zeleni rast) pod uslovom da to uključuje koristi u zapošljavanju i drugim socijalnim benefitima za što veći broj ljudi. Ako se terminološki analiziraju pojedini segmenti strategije,

dolazi se ponovo do kategorije *održivi razvoj ili održiva industrija*. Upravo je pomenuta CEPI definisala jasno te ciljeve svojim programom. Cilj je da u razvoj uključi što veći broj učesnika. Pri tome se u deklaraciji na sajtu direktno citira predsednik Evropske komisije (Barozo), koji je izjavio da su EU očekivanja od industrije da ona „igra još veću ulgu u ekonomiji“. Pri tome smatra da postoji „sistem jasnih ciljeva“ koji se odnose na povećanje udela industrije u BDP, od sadašnjih 16%, čak na 20% do 2020. godine. Ključne prepreke za to su „trenutna neizvesnost i nedostatak poverenja“. U deklaraciji se posebno podvlače Barozove napomene da je neophodno „na odgovarajući način tretirati otpad“, postupati pametno sa prirodnim resursima, kao i da su „potrebe za energijom i njeni troškovi su drugi ključni izazov za evropsku industriju.“ Srbija je više puta isticala ideju reindustrijalizacije, ali uglavnom onda kada je već urušila prethodnu industriju, između ostalog, lošom industrijskom politikom. Tako naprimjer, već nekoliko meseci nakon usvajanja „novog modela rasta“ (oktobar 2010) čitav program je napušten sa izgovorom da globalna i evropska kretanja ukazuju na ulazak u drugi talas recesije. Međutim *Strategija i politika razvoja industrije Republike Srbije 2011 - 2020*, (2011) pravi se nešto kasnije, kao da ostaje u latentnoj upotrebi, bez obzira na neostvarljive kvantifikacije.

3. ENERGETSKO - EKOLOŠKI IZAZOVI SA GLOBALNE SCENE

3.1. Energetska održivost

Energetska održivost je nova sintagma koja se provlači sve više među razvojnim pokazateljima i strategijama Srbije, Evrope i sveta, ali i kao problem industrije. To znači da je došao kraj strukturi energetske troškova i poslovanju na prethodni način. Na to naročito utiču stanje i dinamika energetike u svetu i u okruženju. Nacionalnu „energetsku održivost“ odskora procenjuje Svetski savet za energiju (WEC). Evo grafikona relativne pozicije Srbije u pogledu energetske održivosti u celini, i po svim osnovama, među rangiranim zemljama.



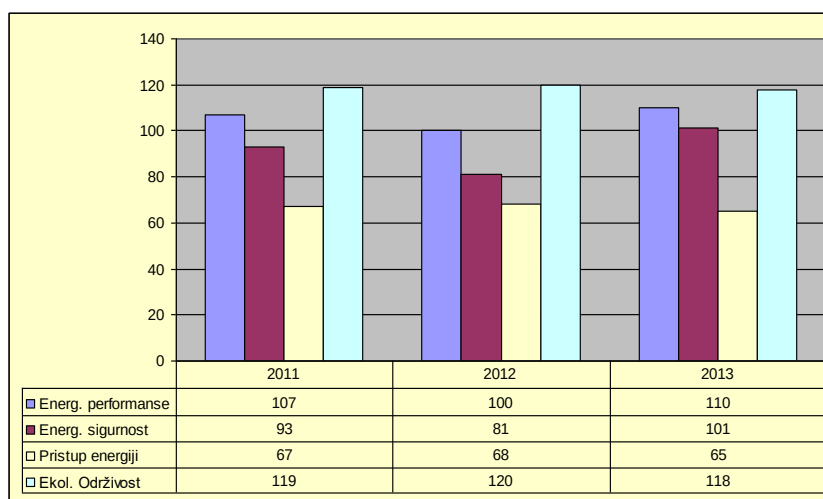
Slika 5. Energetska održivost Srbije i referentnih zemalja u okruženju za 2013. godinu

Izvor: Energy Sustainability Index, <http://www.worldenergy.org/data/sustainability-index/>

Komentar slike 5. gotovo da nije neophodan, s obzirom na očiglednu poslednju poziciju Srbije (106) od svih rangiranih zemalja u regionu. Možda je vredno pažnje samo to što je Srbija, prema „socijalnoj dimenziji održivosti“ (koja bi se iz doslovnije mogla prevesti kao „pristup stanovništva energiji“) na 65. mestu od 149. zemalja, rangirana ispred Bugarske i Albanije (76. i 77. mesto). Takođe, zabrinjava trend koji Srbija beleži tokom poslednje tri godine. Naime njen rang po sva tri ostala osnova pada (slika 6.) Energetska održivost prema posebnim ocenama pokazuje relativne razlike sa opštim padom performansi izuzev pomenute. društvene održivosti, odnosno dostupnosti energije za stanovništvo.

Ceo sektor industrije nalazi se pod pritiskom nove energetske politike, ne samo u Evropi, regionu, već i u svetskim, pa ni nacionalnim razmerama. A globalna ekonomsko-politička scena orijentisana je u velikoj meri ka klimatskim promenama. Tu i takvu energetske politiku prema WEC ugrožavaju sledeće bitne činjenice:

- politička nestabilnost na Srednjem istoku, Severnoj Africi, Ukrajini...
- nestabilnost na tržištu energenata, naročito nafte i gasa;
- produžavanje globalne recesije.



Slika 6. Energetska održivost Srbije po stubovima (2011-2013)
 Prema: 2013. World Energy Sustainability Index (World Energy Council)

3.2. Ekološko redizajniranje industrija – šansa za pametni i zeleni rast

Evropska Unija reciklira 71,7% papira, što predstavlja svetski rekord (CEPI, *Sustainability Report 2013*). Da li je takav izazov dovoljan za ostale, ili bar za kandidate za učlanjenje? Možda je mnogo važniji problem ostvarene energetske efikasnosti, koja se u industriji, kao i svuda uostalom meri recipročnom vrednošću utroška energije po jedinici ostvarenog novčanog bruto proizvoda. Naime, energetska intenzitet se po definiciji povećava, ako se smanjuje proizvodnja, a smanjuje se korišćenjem tehničkih ušteda u potrošnji, konverziji, distribuciji i prenosu, ili inovacijama u saobraćaju, grejanju, rashladi, mehaničkom radu. Energetska efikasnost i „zelene“ tehnologije nalaze se u srcu *Strategije EU 2020*. Ta strategija nosi podnaslov Strategija za pametan, održiv i inkluzivni rast i tranziciju ka resursno efikasnoj privredi. Suština strategije orijentisana je, ne samo ka energetske i ekološke efikasnosti, već i ka resursno efikasnoj ekonomiji uopšte, dakle ka proizvodnji dobara i usluga koja koristi sve manje materijskih resursa i energije po jedinici ostvarene nove vrednosti. Međutim, Evropska komisija unije je još 2011. konstatovala da bi EU trebalo da deluje nu cilju ostvarenja svega polovine proklamovanih ekoloških ciljeva. To znači kombinovanje učinaka pojedinih mera, što bi do 2020. generisalo finansijske uštede od oko 1000 evra po domaćinstvu godišnje, obezbeđujući Evropi konkurentnost industrije, kao i kreiranje 2 miliona novih radnih mesta i redukciju emisije gasova staklene bašte za 740 miliona tona godišnje.

3.1. Glavni globalni izazovi za Srbiju

Možda su ključni izazovi za energetiku Srbije oni koji se odnose na nepotpuno i nerazvijeno tržište energije i nisku energetske efikasnost. Razume se da joj se u velikoj meri od strane EU i okruženja prigovara produžetak veka „prljave energetike“ odnosno suviše visok udeo najobilnijeg obnovljivog resursa, odnosno sagorevanju lošeg lignita (Ivezić, red. 2013). Međutim, postavlja se pitanje u kojoj meri je država ili zajednica uopšte u mogućnosti da odgovori izazovima obnovljive energije i zelene u postojećim ekonomskim uslovima. Jedno je sigurno: ekonomski i tehnološki podsticajnom ambijentu neophodne su slobode i jake institucije, ali je činjenica da će u kriznim situacijama uloga strateškog pozicioniranja i korekcija slobodnog tržišta neophodna.

Ogromne neizvesnosti prate energetiku budućnosti, pre svega njeno usklađivanje sa politikom klimatskih promena. Danas srpska energetika, htela ili ne mora da se prilagođava energetske politici Evropske unije. A ona se još uvek odvija u znaku ostvarivanja cilja trostruke cifre 20: smanjenja emisije GHG za 20%, podizanja energetske efikasnosti za 20% i povećanje udela obnovljivih izvora na 20%, a sve to do 2020. godine., prema stanju iz davne 1990. To što su ciljevi redefinisani, ili bolje rečeno rekonponovani u znaku „fleksibilizacije“ (najpopularniji termin u novoj energetske Strategiji EU od marta 2014), ne znači da se od njih odustalo. Dugoročno, Evropa zastupa još ambicioznije ekološko-energetske ciljeve od prethodno proklamovanih. Dakle kombinujući učinke celovite implementacije preduzete mere energetske efikasnosti do 2020. trebalo bi da ostvare finansijske uštede do 1000 evra po domaćinstvu godišnje, da podignu

evropsku industrijsku konkurentnost, da podignu uposlenost radne snage za 2 miliona novih radnih mesta, kao i da smanje emisiju gasova staklene bašte za 740 miliona tona godišnje.

Ključni konkretni cilj za nas je povećanje udela obnovljivih izvora energije u Srbiji čak na 27%, koji je odložen za 2021. godinu. Ovaj cilj je nastao s obzirom na specifičnost Srbije u kojoj iskorišćeni hidropotencijal ima udeo čak od 28% u proizvodnji električne energije, a udeo obnovljiva energije u ukupnoj primarnoj energiji se kreće oko 20%. Ogromna količinu obnovljive primarne energije predstavlja ustvari sagorevanje ogревноg drveta u Srbiji. Industrijska potrošnja energije posebna je teška tema. Tzv. energetske intenzivne industrije kakva je i industrija celuloze i papira gutaju relativno jeftinu električnu energiju, zagađuju životnu sredinu povećavaju direktne i odložene ekološke i druge eksterne troškove. To će morati relativno brzo da se manja, ne samo usled primene evropskih načela, već i zbog čistih tržišnih okolnosti.

4. KLJUČNI EVROPSKI IZAZOVI – ZA INDUSTRIJU CELULOZE I PAPIRA

Članovi CEPI su 2012. proizveli 92,1 miliona tona papira i kartona što je pad za 1,6% u odnosu na prethodnu 2011. Međutim, pretkrizna proizvodnja u 2008. iznosila je čak 97,9 miliona tona. Međutim, CEPI ističe da energetske performanse njene proizvodnje ostaju iznad drugih energetske intenzivnih industrijskih sektora. Sa druge strane, neophodna joj je „zdravija ravnoteža ponude i tražnje“ (ma šta to značilo?) kao i „modernizacija industrijske osnove koja bi je učinila konkurentnijom“. Prilično ambiciozni zahtevi dok izgledi za rast u narednim godinama ostaju veoma skromni. Međutim, CEPI podvalči i to da su performanse referentnih industrija konkurentskih regiona kao što su u SAD, Japanu, Južnoj Koreji... slične, ali da Kina i Brazil daleko bolje posluju. Međutim, izvoz papira i celuloze van Evrope pokazuje povećanje od 5,3% dok uvoz pada za 9,7% u 2012. u poređenju sa 2011. (Eurostat – EU27).

Evropska mreža industrije papira celuloze i kartona u celini je posvećena „ciljevima reindustrijalizacije“ koje pominje Evropska komisija. Međutim, članovi CEPI smatraju da je njihova uloga još značajnija, upravo na planu podizanja konkurentnosti i održivosti, koju razumevaju u integralnom smislu. Tako redaktor *CEPI 2050 Roadmap* Tesesa Presas obrazlaže opštu stratešku ideju EU da „održivost i konkurentnost treba da idu ruku pod ruku“, za industriju u celini. Evropska industrija papira po njoj, vodeći je primer za to. Reduciranjem potrošnje sirovina ona ostvaruje zajedno ciljeve održivosti i ekonomije. Upotreba svih reziduala, a posebno ostataka od proizvedenih papira, ambalaže i drugih sirovina u reciklažne svrhe, da bi se proizvela obnovljiva energija je takođe „dobar primer održivog razvoja“. Deklaracija CEPI dalje podvlači da je „upotreba otpada u reciklaži radi dobijanja upotrebljivih proizvoda predstavlja proces zaokruživanja ekonomije, koju zahteva planeta danas“ – čime se ide ka konceptu „bioekonomije“. To je „vodeća uloga koju ne bi trebalo uzimati kao nagradu“ jer je rezultat sistematskog rada baziranog na jedinstvu industrije koje vodi ka saradnji i podeli rada uz učešće svih strana u procesu. To i takvo unapređenje, stoji u Izveštaju, dešava se uprkos ekonomskoj krizi (2050 Roadmap).

Od poslednjeg izveštaja 2012. kaže se u deklaraciji CEPI kriza je ubrzala strukturne promene i industriji celuloze i papira. „Naše kompanije počele su tražiti sistematičan pristup kroz nove biznis modele i nove proizvode. Nažalost u mnogim slučajevima morale su da zatvaraju kapacitete“ Pri tome zakonodavstvo nastavlja da usvaja nove propise i vodi ka novim procesima ponekad donoseći nova opterećenja, ali omogućava konkurentnost i održivost“. Redaktori Izveštaja CEPI podvlače značaj sintagme „made in Europe“. Najmanje 82% sirovina za evropsku industriju papira dolazi iz Evrope i najveći deo dobavljača su evropske kompanije, dok se 23% proizvoda „made in Europe“ izvozi na globalno tržište. Ključna razvojna poruka CEPI je takav koncept proizvodnje u čijoj je osnovi bioekonomija. To znači, ne samo proces proizvodnje originalnih proizvoda na biološkoj i biorazgradivoj osnovi, već i usmerenost ka zameni fosilnih goriva, čime industrija postaje strateški sektor EU ekonomije, aktivno doprinoseći reindustrijalizaciji Evrope“ (CEPI 2013).

5. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Stanje u Srbiji i regionu ne može bitno da odstupa od evropske prakse, pre svega usled uticaja okruženja, makro ekonomskog tako i institucionalnog. Teška ekonomsko stanje današnje Srbije, kao i BiH i Hrvatske usled prolećnog poplavnog talasa tokom 2014. nije jedina briga industrije celuloze i papira.

Dobra vest usred mnogih loših je da se ekonomija mora pokrenuti iz letargije, ako ništa drugo, ono zbog delimičnog rasta tražnje za proizvodima ove industrije u procesima otklanjanja posledica poplava i dovođenje mnogih kuća i drugih objekata u operativno stanje. To ni najmanje ne znači da se ovdašnja industrija može dalje uljuljkivati u konceptu inercije, da će sve da teče kao pre. Ništa više ne može biti kao pre, a zajtevi konkurentnosti i energetske efikasnosti, kao i održivosti, ostaće vodeći, kada je reč o restrukturiranju ove industrije.

Kako zbog poplava, tako i zbog prethodnog sloma ekonomije, nema mnogo izgleda za veliki optimizam. Šta više, pojavljuje se mogućnost još jednog velikog izazova – opasnosti. To je „prirodno“ postkatastrofično klizanje ka komandnom modelu razvoja, upravljanja i ekonomije u celini. Očuvati tržište i konkurenciju, kao porive ka restrukturiranju i modernizaciji u neposrednom periodu koji sledi biće veoma teško. Ali to ne znači da nije moguće.

Acknowledgements

U okviru projekta "Modeliranje razvoja i integracija Srbije u svetske tokove u svetlu ekonomskih, društvenih i političkih gibanja", evidencioni broj 197038, Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Vlade Republike Srbije

LITERATURA

2013. *World Energy Sustainability Index* (World Energy Council) <http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/2013-Energy-Sustainability-Index-VOL-2.pdf>
- Confederation of European Paper Industry, CEPI, (2013) *Sustainability Report 2013*
- Đukić, Petar (2013) "Ekonomska kriza, strukturne promene i perspektive industrije celuloze i papira Srbije", *XIX simpozijum iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike*, zbornik radova, Zlatibor 25-28. jun 2013, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerziteta u Beogradu i Centar celulozno papirne, ambalažne i grafičke industrije Srbije, str. 17-24
- Đukić, Petar (2014) "Srbija pred izazovima nove energetske strategije u kontekstu globalne energetske politike", objavljen u zborniku *Energetika 2014 „Energija, Ekonomija, Ekologija“*, br. 3-4, godina XVI, mart 2014, str. 151-159,
- FREN (2013) „Konkurentna pozicija Srbije u 2013. godini“ (prema, Izveštaju Svetskog ekonomskog foruma)“, <http://www.inkluzija.gov.rs/wp-content/uploads/2013/09/KONKURENTNOST-SRBIJE-ZA-2013.-GODINU.pdf>
- CEPI (2013), *Sustainability Report 2013*, http://www.cepi-sustainability.eu/uploads/FIN_Full%20version_sustainability
- Ivezić Dejan (red) (2013) „*Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025. sa izgledima do 2030*“, Vlada Ministarstvo Republike Srbije, energetike i zaštite životne sredine
- Presas Teresa (ed. by), (2013) *CEPI 2050 Roadmap*
- Strategija i politika razvoja industrije Republike Srbije 2011 - 2020*, Ministarstvo ekonomije i regionalnog razvoja, Republički zavod za razvoj, Vlada Republike Srbije, Februar 2011.
- WEF (2013), *The Global Competitiveness Report*, 2013 -2014, s. 10
- World Energy Issues Monitor* (2014) (<http://www.worldenergy.org/publications/2014/world-energy-issues-monitor-2014/>).

Corresponding author:

Petar Đukić, full professor

Faculty of Technology and Metallurg

University of Belgrade,

Karnegijeva 4, Beograd, Srbija

djukic@tmf.bg.ac.rs

ZNAČAJ I ULOGA IZRADE NOK-A U SRBIJI

THE IMPORTANCE AND ROLE OF DEVELOPING THE NQF IN SERBIA

Darko Radosavljević¹, Sonja Josipović², Đorđe Lazić³

¹ Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

² Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

³ Nacionalna služba za zapošljavanje Beograd, Beograd, Srbija

Izvod

U svetlu sveukupnih reformskih procesa obrazovanja i ostvarenja ciljeva definisanih u razvojnim dokumentima Republike Srbije, prepoznata je neophodnost definisanja nacionalnog okvira kvalifikacija, koji će omogućiti dalje unapređenje sistema obrazovanja i time podržati dalji društveno ekonomski razvoj, kao i razvoj pojedinca. Nacionalni okvir kvalifikacija u Srbiji predstavlja instrument za identifikovanje, kreiranje i razvrstavanje kvalifikacija u skladu sa zahtevima učenja, sa ciljem da se unapredi transparentnost, dostupnost, prohodnost i kvalitet kvalifikacija u skladu sa potrebama tržišta rada i civilnog društva. Kvalifikacije, odnosno standardi kvalifikacija su sastavni deo Kataloga nacionalnih kvalifikacija.

Ključne reči: kvalifikacija, kompetencija, doživotno učenje, priznavanje prethodnog učenja, deskriptori, celoživotno učenje.

Abstract

In the context of overall reforms of education processes and the achievement of goals defined in the development documents of the Republic of Serbia, the necessity of defining the National Qualifications Framework that will enable further improvement of the education system and thereby support further socioeconomic development as well as the development of an individual has been recognised. The Serbian National Qualifications Framework is an instrument used for identification, creation and classification of qualifications in keeping with the learning requirements, with the aim of improving transparency, accessibility, mobility and quality of qualifications in keeping with the labour market and civil society demands. Qualifications, i.e. qualification standards form an integral part of the National Qualifications Catalogue.

Key words: qualifications, competence, lifelong learning, recognition of prior learning, descriptors..

NACIONALNI OKVIR KVALIFIKACIJA U SRBIJI

Nacionalni okvir kvalifikacija (NOK) je instrument kojim se utvrđuje pitanje kvalifikacija potrebnih tržištu rada i predstavlja osnovu za primenu koncepta celoživotnog učenja. Republika Srbija razvija NOK uvažavajući specifičnosti obrazovnog sistema i srpske tradicije u obrazovanju kao i principe evropske obrazovne prakse, posebno evropskog okvira kvalifikacija (EOK).

Cilj NOK-a je uspostavljanje integralnog nacionalnog okvira kvalifikacija u Srbiji kojim bi bili obuhvaćeni svi nivoi vrste kvalifikacija bez obzira na njihov način sticanja (formalno, neformalno, informalno). Na taj način bi se omogućila integracija i koordinacija postojećih sistema kvalifikacija u Srbiji.

Politika EU i njenih članica, ali i međunarodnih organizacija (npr.: UNESCO; OECD; SVETSKA BANKA), u proteklih nekoliko decenija značajnu pažnju poklanja pitanju sticanja i upoređivanju kvalifikacija iz različitih obrazovnih i radnih sistema. Upravo zato što je mobilnost radne snage u Evropskoj Uniji nužnost ekonomskog prosperiteta.

Okvir kvalifikacija postaje predmet opšte pažnje jer označava širinu, polje, prostor u kome su kvalifikacije uspostavljene, opisuje njihove nivoe-odnose, ali i označava ukupnost subjekata-tela i procesa koji se tiču njihovog uspostavljanja, način sticanja, upoređivanja, prepoznavanja, obezbeđivanje kvaliteta i standarda po kojima su kvalifikacije stečene. Situaciju usložnjava kompleksnost jednog obrazovnog sistema jer se okvir kvalifikacija odnosi na sve podsisteme, bez obzira na njihovo klasifikovanje (predškolsko i osnovno, srednje, poslesrednje, visoko; formalno, neformalno i informalno). Dakle, okvir kvalifikacija je mnogo širi pojam od samog sistema kvalifikacija koji se pojednostavljeno svodi na određeni broj nivoa

klasifikacija sa opisima-deskriptorima karakteristika. Zbog toga je nacionalni okvir kvalifikacija predmet pažnje i kontinuiranih aktivnosti značajnih društvenih činilaca u jednoj zemlji, koji se realizuje kroz socijalno partnerstvo u duhu transparentnosti. Odgovorno društvo time pospešuje sinergiju svojih sektora ekonomije i obrazovanja pre svega, značajno doprinosi sigurnosti i perspektivi svojih građanja, ali i stvara uslove da ostvari odgovarajuću međunarodnu saradnju.

Evropski okvir kvalifikacija predstavlja meta-okvir kojim se povećava transparentnost, prepoznavanje kvalifikacija i međusobno poverenje zemalja članica u priznavanju kvalifikacija. EOK treba da omogući uspostavljanje relacije među nacionalnim sektorskim kvalifikacionim okvirima i sistemima.

Na nivou Evropske Unije od 2008. godine postoji EOK koji u užem smislu podrazumeva osam nivoa kvalifikacija sa odgovarajućim opisima postignuća svakog nivoa. Ovaj evropski model nije obavezan, ali predstavlja šablon za upoređivanje kvalifikacija među zemljama. On je osnova za izradu nacionalnog okvira kvalifikacija u bilo kojoj zemlji pa i u Srbiji.

Upitnikom Evropske komisije kojim se od Srbije traže podaci o stanju u pojedinim oblastima u cilju pristupanja Srbije Evropskoj uniji, u poglavlju 26. Obrazovanje, kultura i sport, između ostalog, trže se opisi okvira i strukture obrazovanja i stručnog usavršavanja, sistema priznavanja neformalnog i vaninstitucionalnog učenja, alternativni putevi sticanja kvalifikacija, o preduzetim merama kao drugoj šansi u sticanju kvalifikacija. Ovakvo sagledavanje stanja u srpskom obrazovanju je razumljivo jer će nakon prijema u EU radna snaga sa ovih prostora biti prisutnija pre svega na zapadu starog kontinenta.

Nacionalni okvir kvalifikacija u Srbiji predstavlja instrument za identifikovanje, kreiranje i razvrstavanje kvalifikacija u skladu sa zahtevima tržišta rada, daljeg učenja, nauke i društva u celini. NOKS takođe utvrđuje procese i institucije (tela, organizacije) odgovorne za utvrđivanje kvalifikacija i standarda kvalifikacija, načine i uslove za sticanje, upoređivanje i prepoznavanje kvalifikacija, kao i druge mehanizme za obezbeđivanje kvaliteta. Kvalifikacije koje budu uređene NOKS-om priznavaće se na nacionalnom nivou i biće registrovane u Katalogu nacionalnih kvalifikacija.

U procesu implementacije NOKS učestvuju različite intresne grupe-privredni subjekti i njihove asocijacije, institucije za obrazovanje i zapošljavanje, sindikati, državne institucije, lokalna samouprava i pojedinci (direktori ustanova, nastavnici, instruktori, učenici, polaznici, roditelji). Mesto susreta i usaglašavanja svih ovih interesa su tzv.sektorska veća. U ovim većima se analiziraju postojeće i utvrđuje potreba za novim kvalifikacijama; utvrđuju se njihovi nivoi, vrste i načini sticanja; utvrđuje se predlog standarda kvalifikacija u određenom sektoru rada, itd.

Posebno je važno istaći dva segmenta nacionalnog okvira kvalifikacija u Srbiji:

- Uvođenje priznavanja prethodnog učenja
- Detaljni opis kvalifikacija u visokom obrazovanju.

Zakonom o obrazovanju odraslih iz 2013. godine stvoren je pravni osnov za uvođenje tzv. priznavanja prethodnog učenja (PPU), koji predstavlja proces procene znanja, veština, stavova i sposobnosti stečenih učenjem životnim ili radnim iskustvom. Razvoj i primenu ovog procesa postavila je za cilj i Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji do 2020.godine. Neformalno stečena znanja i veštine mogu biti posledica čovekovih aktivnosti u različitim okolnostima, kao što su: učenje na poslu kroz rad, neformalni ili strukturisani oblici učenja, volonterski rad, bavljenje hobijem i sl. Pojedinci koji steknu kompetencije u određenoj oblasti tokom različitih životnih i radnih aktivnosti, u velikom broju slučajeva nemaju formalni dokaz o kvalifikovanosti (diplomu ili sertifikat). Uspešno okončanim postupkom PPU se stiče sertifikat o kvalifikaciji, a savladavanjem redovnog obrazovnog programa stiče se diploma kao dokaz o kvalifikovanosti.

ŠKOLOVANJE KADROVA ZA INDUSTRIJU CELULOZE PAPIRA, AMBALAŽE I GRAFIKE

U oblasti papirne, celulozne i grafičke industrije izvode se obuke na više nivoa.

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja ponudilo je program oglednih obuka za obrazovanje odraslih i to za 46 zanimanja. Među ponuđenim obukama bio je i program obuke za štampanje tehnikom sito štampe. Ogled nikada zvanično nije završen, nema povratnih informacija, a ti programi nisu akreditovani ni na koji način!

Srednje stručno obrazovanje u Republici Srbiji koje priprema srednjoškolce za proces rada u oblasti papirne, celulozne i grafičke industrije nalazi se u šestom području obrazovnih profila i pripadaju grupi zanimanja: hemija, nemetali i grafičarstvo. U ovom području postoje sledeća zanimanja sa četvorogodišnjim obrazovanjem: pogonski tehničar sloga; pogonski tehničar reprodukcije; pogonski tehničar za izradu štampane forme, pogonski tehničar štampe, pogonski tehničar grafičke dorade; grafički montažer; tehničar

pripreme grafičke proizvodnje; fotograf; tipograf; tehničar reprodukcije; grafički montažer-hemigraf; tehničar štampe; tehničar grafičke dorade; tehničar za oblikovanje grafičkih proizvoda-ogled. Prvih šest zanimanja vode se kao pasivni, dok su ostalih osam aktivna zanimanja. Sa trogodišnjim obrazovanjem postoje sledeća zanimanja: Izrađivač celuloze i papira, sitoštampar i birografičar, gde su drugo i treće zanimanje aktivno a birografičar je pasivno zanimanje. Takođe postoje i zanimanja gde je potrebno obrazovanje u trajanju od jedne godine i to: grafički manipulant i poslužilac grafičkih mašina.

Donošenjem Zakona o visokom obrazovanju 2005. godine, kao i potonjim izmenama i dopunama, približavajući se evropskom prostoru visokog obrazovanja oličenom u tzv. Bolonji, ova oblast je radikalno izmenjena. Ukratko: ukinute su više škole, a uvedene su trogodišnje strukovne studije koje su u sistemu visokog obrazovanja; postoje akademske i strukovne studije; uveden je sistem bodovanja ESPB (Evropski Sistem Prenosa Bodova) zbog mobilnosti studenata; uvedena je granica godišnjeg opterećenja studenata od 60 ESPB; uvedeni su nazivi master i strukovni master; visoko školske ustanove moraju biti akreditovane; uvedene su integrisane studije, itd. Na osnovu Zakona osnovan je Nacionalni savet za visoko obrazovanje koji, između, utvrđuje listu stručnih, akademskih i naučnih naziva, čije se izmene i dopune objavljuju u Službenom glasniku RS. Listom je uvedeno više stotina naziva koji se nalaze u javnim ispravama koje izdaju fakulteti, akademije i visoke strukovne škole. Nazivi su svrstani po poljima, nivoima i vrstama studija.

  RAZVRSTAVANJE PRETHODNIH I AKTUELNIH OBRAZOVNIH I STUDIJSKIX PROGRAMA PO NIVOIMA I PODNIVOIMA EOK I NOKS		
1.	1.	• Nekvalifikovani (NK) radnik; • Prvi stepen stručne sprema (1. SSS*); • Stručna osposobljenost kroz obuku
2.	2.	• Polukvalifikovani (PK) radnik; • Drugi stepen stručne sprema (2. SSS); • Obrazovanje za rad
3.	3.	• Kvalifikovani (KV) radnik; • Treći stepen stručne sprema (3. SSS)
4.	4.	• Maturant gimnazije; • Tehničar; • Četvrti stepen stručne sprema (4. SSS)
5.	5.	• Visokokvalifikovani (VKV) radnik; • Peti stepen stručne sprema (5. SSS); • Majstorstvo/Specijalizacija u struci
6.	6.1	• Viša škola ili akademija (2-3 godine studija) – VI-1 SSS; • Prvi stepen visokog obrazovanja; • Osnovne strukovne studije (180 ESPB**); • Osnovne akademske studije (180 ESPB)
	6.2	• Specijalističke strukovne studije (240 ESPB); • Osnovne akademske studije (240 ESPB)
7.	7.1	• Fakultet ili akademija (4-5 godina studija) – VII-1 SSS; • Master strukovne studije (min. 300 ESPB); • Master akademske studije (min. 300 ESPB); • Integrisane akademske studije (maks. 360 ESPB)
	7.2	• Poslediplomske specijalističke studije (1 godina studija) – VII-2 SSS; • Specijalističke akademske studije (min. 360 ESPB)
	7.3	• Poslediplomske magistarske studije (2 godine studija) – VII-2 SSS; • Specijalizacija (2-6 godina) i uža specijalizacija u zdravstvu (+ 1 godina)
8.	8.	• Doktor nauka (izrada i odbrana završnog rada) • Doktorske akademske studije (min. 180 ESPB)

*) SSS – stepen stručne sprema Usvojio Stručni tim MPNTR za izradu NOKSa, 26. maja 2015.

**) ESPB – evropski sistem prenosa bodova

Problem nastaje kod poslodavaca koji su i dalje slabije upoznati sa Zakonom o visokom obrazovanju, često i veći poslovni sistemi i javna preduzeća traže pomoć od analitičara zanimanja u NSZ, u smislu tumačenja određenih zakonskih rešenja o kvalifikacijama i primene u aktima ili raspoređivanju svojih zaposlenih.

Sa druge strane, ustanove visokog obrazovanja i dalje su relativno nezainteresovane za ulazak svršenih studenata u svet rada i njihove radne efekte. Najzad, za očekivati je da se NOKSom, u delu koji se odnosi na visokoškolske kvalifikacije izvrši upoređivanje nivoa kvalifikacija stečenih u prethodnim

sistemima visokog obrazovanja sa aktuelnim. Ovime bi se ozvaničio sistem upoređivanja stručnih sprema iz ranijeg perioda sa aktuelnim nivoima i vrstama (akademske, strukovne, masteri, tzv. kratki ciklus u visokom obrazovanju). Na ovaj način će akademska zajednica pokazati da jednaku brigu vodi i o onima koji su stekli visoko obrazovanje u prethodnom sistemu kao i o aktuelnima, čime će olakšati i ozvaničiti komunikaciju o "starim" i "novim" kvalifikacijama u javnoj i službenoj upotrebi.

RAZVRSTAVANJE ZAVRŠENIH OBRAZOVNIH I STUDIJSKIH PROGRAMA PREMA NOKS-u i EOK-u												
	N I V O I		SREDNJE OBRAZOVANJE				VIŠE* I VISOKO OBRAZOVANJE					
			NIVOI U NACIONALNOM OKVIRU KVALIFIKACIJA U SRBIJI (NOKS)									
			1.	2.	3.	4.	5.	6.1	6.2	7.1	7.2	7.3
5.		5.	VKV; 5. STEPEN STRUČNE SPREME (STRUČNA SPECIJALIZACIJA)		5.							
			MAJSTORSTVO/SPECIJALIZACIJA U STRUCI									
6.		6.1	VIŠA ŠKOLA; PRVI STEPEN STUDIJA *			6.1						
			STRUKOVNE (180ESPB); OSNOVNE AKADEMSKE (180 ESPB)									
		6.2	Ø				6.2					
			STRUKOVNE SPECIJALISTIČKE (+60); OSNOVNE AKADEMSKE (240)									
7.		7.1.	DIPLOMIRANI ... (4-6 god.)*				7.1.					
			STRUKOVNI MASTER (+120ESPB); AKADEMSKI MASTER (+60 do 120 ESPB); INTEGRISANE AKADEMSKE STUDIJE (300-360 ESPB)									
		7.2.	POSLEDIPLOMSKE SPECIJALISTIČKE STUDIJE (+1 god.)*				7.2.					
			SPECIJALISTIČKE AKADEMSKE STUDIJE (+60 ESPB)									
		7.3.	AKADEMSKI NAZIV MAGISTRA NAUKA (+2 god.)*; SPECIJALIZACIJA I UŽA SPECIJALIZACIJA U ZDRAVSTVU (2-6 god. + 1 god.)				7.3.					
			SPECIJALIZACIJA I UŽA SPECIJALIZACIJA U ZDRAVSTVU (2-6 god. + 1 god.)									
8.		8.	NAUČNO ZVANJE DOKTORA NAUKA (izrada i odbrana završnog rada)*							8.		
			DOKTORSKE AKADEMSKE STUDIJE (+180 ESPB)									

*) prema propisima o višem i visokom obrazovanju do 2005. godine – Usvojio Stručni tim MPNTR za izradu NOKSa, 26.5.2015.

Ø – ne postoje uporedive studije istog nivoa

ŠKOLOVANJE KADROVA ZA CPA&G INDUSTRIJE NA TEHNOLOŠKO-METALURŠKOM FAKULTETU (TMF) UNIVERZITETA U BEOGRADU

U tabeli 3 prikazan je izvod iz "Pravilnika o listi stručnih, akademskih i naučnih naziva ("Sl. glasnik RS", br. 30/2007, 112/2008, 72/2009 i 81/2010)", iz koga se vidi najnovija struktura zvanja koja dobijaju inženjeri tehnolozi po završetku odgovarajućeg nivoa studija.

Postupak akreditacije studijskih programa na TMF završen je prošle godine, i tom prilikom iskorišćena je prilika da se na studijskom programu "**Inženjerstvo materijala**" formira profil "**Grafičko inženjerstvo, dizajn i ambalaža**". Ovaj profil je nastao na osnovi starog profila "Grafičko inženjerstvo", objedinjavanjem svih potencijala TMF, koji neguje brojne discipline, neophodne za bavljenje multidisciplinarnom oblašću kao što je ambalaža.

TMF je prepoznao situaciju da u Srbiji uspešno posluje veliki broj preduzeća koja proizvode kartonsku, metalnu staklenu i ambalažu od plastičnih masa i kombinovanih materijala. Osim toga, u Srbiji, za razliku od drugih zemalja, ne postoji ni jedna škola koja ima akreditovan studijski program ili profil koji u nazivu ima reč "ambalaža" (*packaging*). Doduše, ambalaža se proučava na nekoliko škola,

ali parcijalno (bez dovoljno detaljno obrađenog dela o štampanju ambalaže ili dela o svojstvima ambalažnih materijala) i u funkciji drugih disciplina (pakovanje prehrambenih proizvoda, pakovanje kozmetike...). Inače jedini nastavni program u Srbiji koji je do sada u nazivu imao reč ambalaža je na srednjoškolskom nivou – "Tehničar dizajna ambalaže".

Tabela 3 Stručni, akademski i naučni nazivi koji se odnose na tehnološko inženjerstvo

POLJE 2: TEHNIČKO-TEHNOLOŠKE NAUKE

TEHNOLOŠKO INŽENJERSTVO			
Oblast	Vrsta studija	Stručni, akademski i naučni naziv	Skraćenica
AKADEMSKE			
	osnovne (180 ESPB)	inženjer tehnologije	Inž. tehnol.
	osnovne (240 ESPB)	diplomirani inženjer tehnologije	Dipl. inž. tehnol.
	master (180+120=300 ESPB) (240+60=300 ESPB)	master inženjer tehnologije	Mast. inž. tehnol.
	specijalističke (300+60=360 ESPB)	specijalista inženjer tehnologije	Spec. inž. tehnol.
	doktorske (300+180=480 ESPB)	doktor nauka - tehnološko inženjerstvo	Dr
STRUKOVNE			
	osnovne (180 ESPB)	strukovni inženjer tehnologije	Struk. inž. tehnol.
	specijalističke (180+60=240 ESPB)	specijalista strukovni inženjer tehnologije	Spec. struk. inž. tehn

Diplomirani inženjeri tehnologije koji završe studijski profil "Grafičko inženjerstvo, dizajn i ambalaža" na TMF trebalo bi ponesu kvalitetna znanja iz sledećih oblasti:

- nauke o materijalima (celulozni, stakleni, polimerni, metalni i kompozitni materijali);
- prerade papira i kartona
- proizvodnje papira
- oblikovanja grafičkih i ambalažnih proizvoda
- pripreme za štampanje
- tehnologije štampanja
- dorade
- tehnologije pakovanja

Kao osnovu za pomenuta primenjena znanja, naši inženjeri slušaju ozbiljne kurseve fundamentalnih nauka i osnovnih inženjerskih disciplina, kao što su matematika, fizika, hemija (nekoliko kurseva), elektrotehnika, termodinamika, mehanika fluida, fizička hemija, nauka o materijalima i drugi. Detaljan nastavni plan i nastavni programi pojedinih predmeta mogu e videti na Internet adresi <http://www.tmf.bg.ac.rs/index.php?p1=64&lang=sr>.

Diplomirani inženjeri akademskih studija (B.Sc) koji završe ovaj studijski profil primarno su osposobljeni da vode i unapređuju proizvodnju, kao i da projektuju nove procese i postrojenja u:

- Industriji papira;
- Grafičkoj industriji;
- Industriji ambalažnih proizvoda.

Pored ovih grana industrije, inženjeri koji završe TMF, i to ne samo studijski profil "Grafičko inženjerstvo, dizajn i ambalaža" takođe će moći da daju značajan doprinos i u drugim industrijskim granama, na mestima gde se gotovi proizvodi pakuju u različite ambalažne oblike.

TMF organizuje i master i doktorske studije za one koji odluče da nastave da studiraju i da se usavršavaju. Na studijskom programu **Inženjerstvo materijala** su organizovane master i doktorske studije, u okviru kojih studenti mogu da izaberu da slušaju blokove predmeta koji se dalje bave ambalažom.

Corresponding author:

dr Darko Radosavljević,

Tehnološko-metalurški fakultet

Univerzitet u Beogradu

darko@tmf.bg.ac.rs

TRENTNO STANJE NACIONALNE STANDARDIZACIJE U OBLASTI CELULOZE, PAPIRA, KARTONA I AMBALAŽE

CURRENT STATE OF NATIONAL STANDARDIZATION IN THE FIELD OF PULP, PAPER, BOARD AND PACKAGING

Jelena Krupež, Mirjana Mirković-Đorđević
Institut za Standardizaciju Srbije, Beograd, Srbija

Izvod

Tema ovog rada jeste predstavljanje trenutnog stanja nacionalne standardizacije u oblasti celuloze, papira i kartona, materijala koji su u kontaktu sa hranom, ambalaže i ambalažnog otpada u cilju isticanja značajnosti standardizacije za pristupanje Srbije Svetskoj trgovinskoj organizaciji i Evropskoj uniji. Kako se na evropskom nivou standardizacija iz ovih oblasti značajno razvijala prethodnih nekoliko godina, tako i nacionalna standardizacija prati isti trend radi dostizanja što višeg nivoa uređenosti i održivosti celokupnog nacionalnog privrednog sistema.

Ključne reči: standardizacija, standardi, Institut za standardizaciju Srbije, ISS, Institut, papir, karton, celuloza, ambalaža, direktive, regulativa, SRPS, EN, ISO, CEN

Abstract

The topic of this paper is presentation of the current state of national standardization in the field of the pulp, paper and board, materials intended to come into contact with foodstuff, packaging and packaging waste in order to highlight the importance of standardization for Serbia's accession to the World Trade Organization and the European Union. European standardization in these fields has developed significantly in recent years, so national standardization follows the same trend as for achieving higher levels of development and sustainability of the entire national economy.

Ključne reči: standardizacija, standardi, Institut za standardizaciju Srbije, ISS, Institut, papir, karton, celuloza, ambalaža, direktive, regulativa, SRPS, EN, ISO, CEN

1. UVOD

Cilj koji svakodnevno sebi postavljamo jeste svakako unapređivanje na svakom polju i u svakom smislu te reči. Kako bismo ispratili razvoj globalnih trendova u različitim oblastima, neophodno je da svakim danom unapređujemo sebe i svoje poslovanje, tj. da težimo najboljem mogućem poslovanju u što širem spektru interesovanja. Radi postizanja ovog cilja standardi predstavljaju veliku pomoć, a primena standarda predstavlja ključ za razvoj i unapređenje privrede.

Standardi se u najširem smislu koriste kao osnova za unapređenje zaštite života, zdravlja i bezbednosti ljudi, životinja i biljaka, kao i zaštite životne sredine, za poboljšavanje kvaliteta proizvoda, procesa i usluga, njihove tipizacije, kompatibilnosti i zamenljivosti, za obezbeđivanje jedinstvene tehničke osnove, razvoja, **proizvodnje** i prometa proizvoda, izvođenje radova, odnosno vršenje usluga imajuću u vidu, u svakom trenutku, što efikasnije iskorišćenje rada, materijala i energije (Zakon o standardizaciji (Sl. Glasnik RS 36/2009)).

Pored uslova za harmonizacijom celokupnog tehničkog zakonodavstva koje postavlja Evropska unija, standardizacija i standardi uopšte, neophodni su u svim sferama života jer su na taj način pojedincima omogućene podjednake i ravnopravne mogućnosti i šanse na globalnom nivou. Naime, osnovna prednost primene standarda jeste saradnja među ljudima koji su zainteresovani za istu oblast, razmena ideja, proizvoda i usluga, kao i potencijalnih mogućnosti unapređenja poslovanja. Ovim se omogućava i podstiče rast i razvoj svih onih koji žele da idu u korak sa vremenom.

Na evropskom nivou standardizacija iz oblasti celuloze, papira i kartona značajno se razvijala prethodnih nekoliko godina jer su ovi materijali postali izuzetno važni u svakodnevnom životu pojedinca, čime je značajno porasla i potražnja. Ambalaža koja se izrađuje od navedenih materijala takođe je pronašla veliku primenu, pa je bilo neophodno standardizovati ovu oblast kako bi se,

uspostavljanjem minimalnih zahteva za bezbednost i kvalitet, omogućilo što bolje funkcionisanje na evropskom i globalnom nivou.

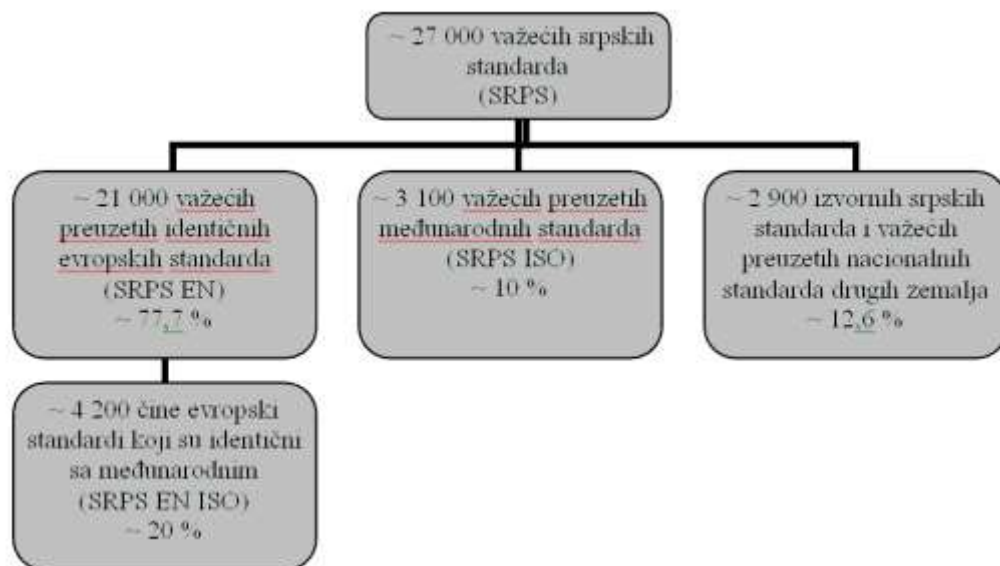
Nacionalna standardizacija u korak prati trend razvoja na evropskom nivou radi uspostavljanja što višeg nivoa uredenosti i dostizanja održivosti celokupnog nacionalnog privrednog sistema iz svih ovih oblasti.

2. RAD INSTITUTA ZA STANDARDIZACIJU SRBIJE

Institut za standardizaciju Srbije (ISS) je nacionalno telo za standardizaciju i posluje u skladu sa Zakonom o standardizaciji (Sl. glasnik RS, br. 36/09) kojim se definiše pravni okvir u oblasti standardizacije, uređuju načela i ciljevi, organizovanje i delatnost nacionalnog tela za standardizaciju, kao i donošenje, objavljivanje i primena srpskih standarda i srodnih dokumenata (u daljem tekstu: srpskih standarda).

Prema Zakonu o standardizaciji standard je javno dostupan dokument, utvrđen konsenzusom i donet od strane priznatog tela, u kome se za opštu i višekratnu upotrebu utvrđuju pravila, zahtevi, karakteristike, uputstva, preporuke ili smernice za aktivnosti ili njihove rezultate, radi postizanja optimalnog nivoa uredenosti u određenoj oblasti u odnosu na postojeće ili moguće probleme.

Aktivnosti na pripremi i donošenju srpskih standarda odvijaju se u okviru rada Komisija za standarde i srodne dokumente iz različitih oblasti kojih trenutno ima oko 190. Nacionalne Komisije za standarde obrazuju se po ugledu na evropske i međunarodne tehničke komitete i direktno su odgovorne za praćenje i preuzimanje standarda koje je razvio tačno određeni evropski ili međunarodni tehnički komitet. Broj važećih i povučenih standarda se menja iz dana u dan, pa nije zahvalno govoriti o preciznim brojkama ukoliko ne postoji definisan vremenski interval. Okvirno ISS trenutno ima više od 27 000 važećih srpskih standarda (SRPS¹), od kojih preko 21 000 predstavljaju srpski standardi koji su identični sa evropskim standardima (SRPS EN), pri čemu je oko 4 200 ovih evropskih standarda nastalo preuzimanjem međunarodnih standarda (SRPS EN ISO). Zahtev koji postavlja Evropska unija, radi slobodnog protoka robe i usluga na evropskom tržištu, bio je da Srbija usvoji više od 80 % postojećih evropskih standarda, što je i učinjeno, a ova vrednost sada iznosi čak i više od 95 % od ukupnog broja postojećih evropskih standarda. Broj preuzetih međunarodnih standarda je oko 2 700, a ostatak čine izvorni srpski standardi i nacionalni standardi drugih zemalja. U nastavku se nalazi šema kojom je predstavljeno trenutno stanje važećih srpskih standarda.



Slika 1 - Važeći srpski standardi²

¹ Prema Zakonu o standardizaciji oznaka svih srpskih standarda i srodnih dokumenata počinje prefiksom SRPS.

² Navedene brojčane vrednosti predstavljaju standarde, srodne dokumente, izmene i ispravke istih.

Svega nešto malo više od 22 % od ukupnog broja trenutno važećih standarda je na srpskom jeziku, dok je ostatak na engleskom. Takođe, na srpski jezik je prevedeno oko 10 % preuzetih evropskih standarda. Ranije kada je privreda u Srbiji bila na višem nivou, opšte potrebe za standardima bile su veće, pa je samim tim i broj standarda na srpskom jeziku bio veći. Nažalost, zbog nedostatka resursa i eksperata iz određenih oblasti ovaj broj se značajno smanjio. Sada kada su ispunjene obaveze prema EU, aktivno se radi na tome da se što veći broj standarda preuzetih na engleskom jeziku prevede na srpski.

Komisije za standarde i srodne dokumente koje se neposredno i posredno bave oblašću papira, kartona i celuloze, kao i ambalaže su:

- **KS H006** – Celuloza, papir i karton
- **KS Z261-5** – Ambalaža
- **KS Z183** – Upravljanje otpadom

Predmet rada Komisije za standarde i srodne dokumente KS H006 – *Celuloza, papir i karton*, predstavlja standardizaciju u oblasti celuloze, papira i kartona sa aspekta terminologije, postupaka uzimanja uzoraka, klasifikacije, metoda ispitivanja, specifikacija kvaliteta i proizvoda, uspostavljanja i održavanja prikladnih kalibracionih sistema.

Komisije za standarde i srodne dokumente KS Z261-5 – *Ambalaža*, bavi se donošenjem standarda u vezi sa primarnom, sekundarnom i tercijarnom ambalažom (izuzev kontejnera za drumski, železnički i vazdušni saobraćaj).

Predmet rada Komisije za standarde i srodne dokumente KS Z183 – *Upravljanje otpadom*, predstavljaju postupci upravljanja otpadom koji obuhvataju postupke za smanjenje nastajanja otpada, ponovnu upotrebu, ponovno iskorišćenje (u skladu sa operacijama ponovnog iskorišćenja definisanim direktivom 2008/98/EC), reciklažu, kompostiranje i biorazgradnju, kontrolisano spaljivanje i konačno odlaganje u skladu sa operacijama odlaganja definisanim direktivom 2008/98/EC.

3. SRPS U OBLASTI CELULOZE, PAPIRA, KARTONA I AMBALAŽE

U periodu smene dva veka, ekonomska kriza, privatizacije i tranzicija značajno su pogoršali stanje u papirnoj industriji u Srbiji. U tom periodu došlo je i do zatvaranja nekih fabrika, među kojima je JP „Milan Stepanović Matroz” tako da je nestao jedini proizvođač celuloze u Srbiji. Takvo stanje se odrazilo i na rad Komisija za donošenje standarda. Međutim, poslednjih godina se na evropskom nivou standardizacija iz ove oblasti značajno razvijala, pa tako i nacionalna standardizacija prati isti trend radi dostizanja što višeg nivoa uređenosti i održivosti celokupnog nacionalnog privrednog sistema. Glavni pokretač zemalja članica EU za razvoj sve većeg broja standarda iz ove oblasti jeste postavljanje osnove za donošenje novih tehničkih propisa na evropskom nivou. Kako je cilj Srbije priključivanje EU, usklađivanjem tehničkih propisa i implementacijom evropskih standarda na nacionalnom nivou omogućava se konkurentnost domaćih proizvoda sa stranim čime se u perspektivi postiže rast i razvoj celokupne nacionalne privrede. Standardi koji se citiraju u evropskim direktivama, tzv. harmonizovani standardi, predstavljaju posebnu kategoriju standarda koje se izrađuju i pripremaju na osnovu mandata koji daju Evropska komisija (EC) i Evropsko udruženje za slobodnu trgovinu (EFTA).

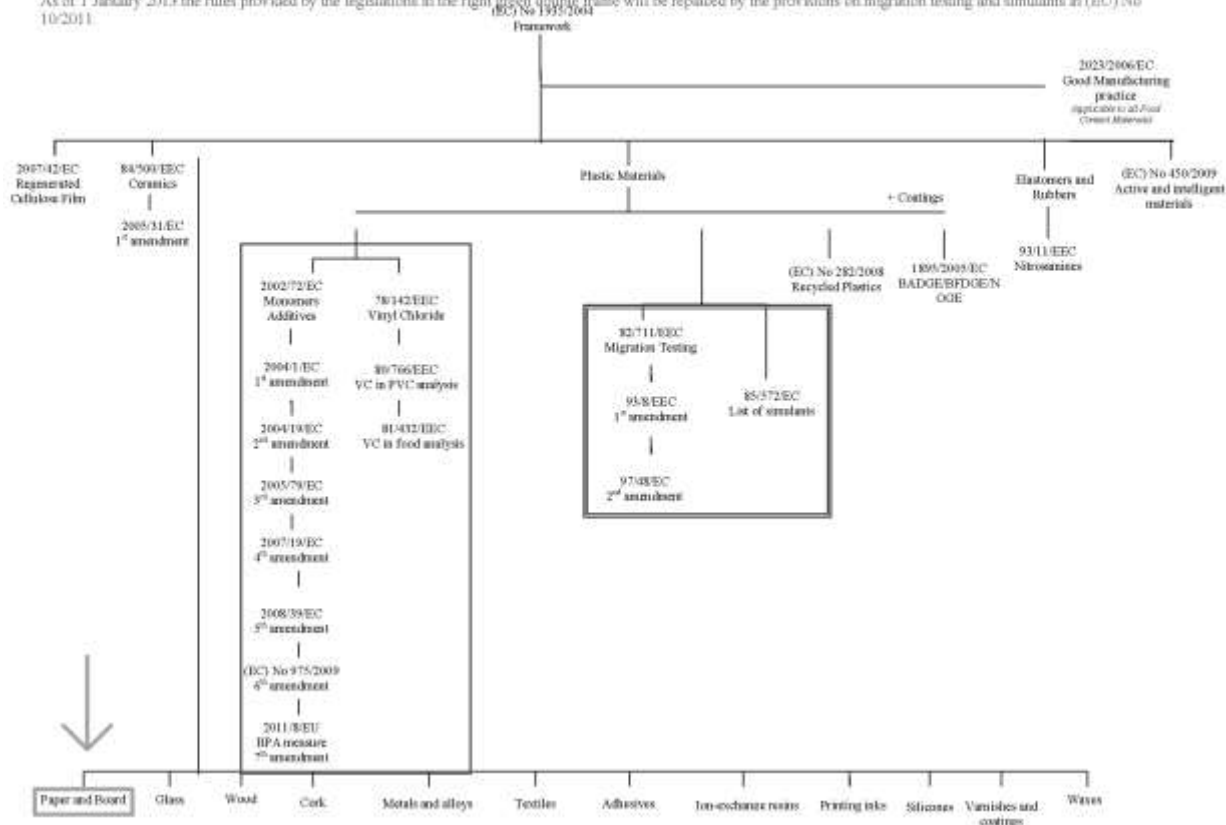
Pre svega mnogo pažnje se pridaje celulozi, papiru i kartonu kao materijalima koji dolaze u kontakt sa hranom (*Paper and Board in Contact with Foodstuff*), a pored toga, zbog sve veće svesti o neophodnosti zaštite životne sredine i potrebe za reciklažom, standardi prate i razvoj direktive o integrisanoj prevenciji i kontroli zagađivanja (*Integrated Pollution Prevention & Control Directive*). Trenutno su na snazi sledeće direktive koje se pozivaju na određene standarde, a koje se u širem smislu tiču oblasti papira, kartona, celuloze i ambalaže: direktiva 1935/2004/[EC - Oblast materijala i artikala koji dolaze u kontakt sa hranom](#), direktiva 94/62/EC - *Ambalaža i ambalažni otpad*. U evropskom sistemu zakonodavstva još uvek ne postoji dokument koji se konkretno odnosi na uređivanje oblasti celuloze, papira i kartona koji su u kontaktu sa hranom, što je predstavljeno na slici 2, ali je to svakako u planu.

Part I: EUROPEAN DIRECTIVES AND REGULATIONS

Overview of EU legislation (valid until 1 May 2011)

As of 1 May the legislation in the left red single frame will be repealed or consolidated by (EU) No 10/2011

As of 1 January 2013 the rules provided by the legislations in the right green double frame will be replaced by the provisions on migration testing and simulants in (EU) No 10/2011.



Slika 2 – Direktive Evropske unije³

Iako direktiva koja se odnosi na papir i karton koji su namenjeni da budu u kontaktu sa hranom još uvek nije doneta, standardi jesu. Posebno su interesantni jer su to upravo standardi koji propisuju zahteve za kvalitet i metode ispitivanja ovih materijala. Na nacionalnom nivou ovi standardi predstavljaju podršku za primenu Zakona o zdravstvenoj ispravnosti životnih namirnica i predmeta opšte upotrebe (Sl. list 53/91), Pravilnika o uslovima u pogledu zdravstvene ispravnosti predmeta opšte upotrebe koji se mogu stavljati u promet (Sl. List SFRJ 26/83), Zakona o bezbednosti hrane (Sl. Glasnik RS br. 41/2009) i Zakona o bezbednosti proizvoda (Sl. Glasnik RS br. 41/2009). U nastavku (Tabela 1) se nalazi spisak usvojenih srpskih standarda iz ove oblasti.

Tabela 1 – Spisak srpskih standarda iz oblasti papira i kartona kao materijala koji su predviđeni da budu u kontaktu sa hranom

Oznaka standarda	Naslov standarda na srpskom jeziku
SRPS CEN/TR 15645-1:2011	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom – Kalibracija za ispitivanje mirisa – Deo 1: Miris
SRPS CEN/TR 15645-2:2011	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom – Kalibracija za ispitivanje izmenjene ukusnosti – Deo 2: Maska hrana
SRPS CEN/TR 15645-3:2011	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom – Kalibracija za ispitivanje izmenjene ukusnosti – Deo 1: Suva hrana
nkSRPS EN 643:2015	Papir i karton - Evropska lista standardnih klasa papira i kartona za reciklažu
SRPS EN 645:2008	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Priprema hladnog vodenog ekstrakta

³ Izvor: http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/foodcontact/docs/ReferencesEurNatLeg_20140205.pdf

Oznaka standarda	Naslov standarda na srpskom jeziku
SRPS EN 646:2008	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Određivanje rasipanja boje kod obojenih papira i kartona
SRPS EN 647:2008	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Priprema toplog vodenog ekstrakta
SRPS EN 648:2008	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Određivanje postojanosti boje fluorescentno beljenih papira i kartona
SRPS EN 920:2008	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Određivanje sadržaja suve materije u vodenom ekstraktu
SRPS EN 1104:2008	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Određivanje prenosa antimikrobnih sastojaka
SRPS EN 1230-1:2011	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Senzorska analiza - Deo 1: Miris
SRPS EN 1230-2:2011	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Senzorska analiza - Deo 2: Izmenjena ukusnost (kvarenje)
SRPS EN 1541:2008	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Određivanje formaldehida u vodenom ekstraktu
SRPS EN 12497:2008	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Određivanje žive u vodenom ekstraktu
SRPS EN 12498:2008	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Određivanje kadmijuma i olova u vodenom ekstraktu
SRPS EN 13676:2008	Papir i karton sa polimernim premazom predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Otkrivanje rupica
SRPS EN 14338:2008	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom - Uslovi za određivanje migracije sa papira i kartona primenom modifikovanog polifenilen-oksida (MPPO) kao simulatora
SRPS EN 15519:2011	Papir i karton predviđeni da budu u kontaktu sa hranom – Priprema ekstrakta organskog rastvora

Pored navedenog, posebna pažnja se mora posvetiti i serijama standarda koji se odnose na bezbednost mašina jer su isti harmonizovani tj. citirani u evropskim direktivama koje se tiču oblasti mašinstva i to 2006/42/EC – *Directive on machinery* i 94/9/EC – *Directive on equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (ATEX)*. Ove direktive su transponovane u pravni sistem RS, respektivno, kao Pravilnik o bezbednosti mašina (Sl. Glasnik RS 13/2010) i Pravilnik o opremi i zaštitnim sistemima namenjenim za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama (Službeni glasnik RS, br. 1/2013). U pitanju su, tačnije, dve serije standarda sa oznakama SRPS EN 1010, *Bezbednost mašina - Zahtevi za bezbednost za projektovanje i konstrukciju mašina za štampanje i preradu papira (5 delova)* i SRPS EN 1034, *Bezbednost mašina - Zahtevi za bezbednost za projektovanje i konstrukciju mašina za štampanje i preradu papira (16 delova)*, kao i standard SRPS EN 13023, *Metode merenja buke za mašine za štampanje, preradu papira, proizvodnju papira i pomoćnu opremu - Klase tačnosti 2 i 3*.

Komisija KS Z261-5 – *Ambalaža*, donosi standarde koji se odnose na sve vrste ambalaže, i trenutno broji oko 200 standarda, pri čemu se samo mali broj odnosi upravo na papirnu i kartonsku ambalažu, a u tabeli 2 dat je spisak tih standarda.

Tabela 2 - Spisak srpskih standarda koji se odnose na papirnu i kartonsku ambalažu

Oznaka standarda	Naslov standarda na srpskom jeziku
SRPS EN 13593:2010	Ambalaža - Papirne vreće za sakupljanje otpada u domaćinstvu - Vrste, zahtevi i metode ispitivanja
SRPS EN 14054:2009	Ambalaža - Kartonska i papirna ambalaža - Vrste kartona
SRPS EN 770:2012	Vreće za transport hrane za humanitarnu pomoć — Papirne vreće
SRPS EN ISO 8351-	Ambalaža - Specifikacije vreća - Deo 1: Papirne vreće

Oznaka standarda	Naslov standarda na srpskom jeziku
1:2012	
SRPS EN ISO 8367-1:2012	Ambalaža - Tolerancije dimenzija vreća za opštu upotrebu - Deo 1: Papirne vreće
SRPS Z.M4.025:1989	Ambalaža - Vreće - Papirne vreće - Termin, definicije i vrste
SRPS Z.M4.026:1988	Ambalaža - Prazne papirne vreće - Metoda merenja i izražavanja mera
SRPS Z.M4.027:1989	Ambalaža - Papirne vreće - Kondicioniranje radi ispitivanja
SRPS Z.M4.029:1989	Ambalaža - Papirne vreće - Procenjivanje iskorišćenja (ispunjenosti) zapremine na osnovu mera praznih-pljosnatih vreća
SRPS Z.M4.470:1989	Ambalaža - Papirne vreće - Ispitivanje slobodnim padom

Evropska direktiva 94/62/EEC preuzeta je u pravni sistem RS kao Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu (Sl. Glasnik RS 36/2009). Svi subjekti upravljanja ambalažom i ambalažnim otpadom imaju obavezu da u svom radu postupaju u skladu sa odredbama ovog zakona, odgovarajućim podzakonskim aktima, kao i navedenim harmonizovanim standardima. Harmonizovanim standardima na koje se vrši pozivanje u Zakonu u članovima 9-15, definišu se specifični zahtevi za proizvodnju i sastav ambalaže. Svi harmonizovani evropski standardi su preuzeti kao SRPS EN standardi u okviru Komisije KS Z183 – *Upravljanje otpadom*, i oni obezbeđuju pretpostavku o usaglašenosti sa bitnim zahtevima Zakona o Ambalaži i ambalažnom otpadu.

Za dostizanje ciljeva održivog razvoja, u skladu sa Nacionalnom strategijom održivog razvoja potrebno je: racionalno korišćenje sirovina i energije i upotreba alternativnih goriva iz otpada, smanjenje opasnosti od nepropisno odloženog otpada, osiguranje stabilnih finansijskih resursa i podsticajnih mehanizama za investiranje i sprovođenje aktivnosti prema principima „zagađivač plaća” i/ili „korisnik plaća”, uspostavljanje jedinstvenog informacionog sistema o otpadu, povećanje broja stanovnika obuhvaćenih sistemom sakupljanja komunalnog otpada, uspostavljanje standarda i kapaciteta za tretman otpada, smanjenje, ponovna upotreba i reciklaža otpada, razvijanje javne svesti na svim nivoima društva o problematici otpada. Za dostizanje ciljeva iz ove strategije, svakako se treba voditi hijerarhijom o upravljanju otpadom, prikazanoj na slici 3.

Prevenција nastajanja otpada je na vrhu piramide hijerarhije zbog toga što ne zahteva velike troškove i što je primenjiva na svu vrstu ambalaže. Ova operacija upravljanja otpadom je definisana članom 9 Zakona - Specifični zahtevi za proizvodnju ambalaže. Način ispunjenja ovog zahteva je prikazan u standardu SRPS EN 13428, *Specifični zahtevi za izradu i sastav ambalaže – Sprečavanje nastajanja otpada smanjenom upotrebom sirovina*.



Slika 3 - Hijerarhija o upravljanju otpadom

Dalje, ambalaža treba da bude proizvedena tako da ukupan nivo koncentracije teških metala ne prelazi propisanu graničnu vrednost (Pravilnik o graničnim vrednostima nivoa koncentracije Pb, Cd, Cr-VI, Hg, „Službeni glasnik RS” 70/2009), pa je tako način ispunjenja zahteva koji se odnosi na sadržaj teških metala (član 10) prikazan u tehničkom izveštaju SRPS CR 13695-1, *Ambalaža — Zahtevi za merenje i verifikaciju prisustva četiri teška metala i ostalih opasnih materija u ambalaži i njihovo ispuštanje u životnu sredinu — Deo 1: Zahtevi za merenje i verifikaciju prisustva četiri teška metala u ambalaži*, dok se identifikacija prisustva drugih opasnih materija u ambalaži ili njenim komponentama i mogućnost njihovog prisustva u emisiji, pepelu i procednim vodama sa deponija vrši u skladu sa tehničkim izveštajem SRPS TR 13695-2, *Ambalaža — Zahtevi za merenje i verifikaciju prisustva četiri teška metala i ostalih opasnih materija u ambalaži i njihovo ispuštanje u životnu sredinu — Deo 2: Zahtevi za merenje i verifikaciju prisustva opasnih materija u ambalaži i njihovo ispuštanje u životnu sredinu*. Opasne materije su sve materije klasifikovane kao opasne za životnu sredinu u skladu sa direktivom 67/548/EEC (*Direktiva za opasne materije*) i moraju da se

obeleže slovom N i odgovarajućom oznakom opasnosti. Proizvođači ambalaže koja sadrži opasne materije moraju da daju prateći bezbednosni list, koji sadrži sve neophodne informacije.

Specifični zahtevi za ponovnu upotrebu ambalaže definisani su Članom 11 Zakona. Fizičke i druge karakteristike ambalaže moraju da budu takve da obezbede odgovarajući kvalitet ambalaže u cilju omogućavanja njene ponovne upotrebe za prvobitnu namenu. Identifikacija najpogodnijeg sistema ponovne upotrebe za određenu vrstu ambalaže, uzimajući u obzir specifične okolnosti njene nameravane upotrebe, vrši se na način utvrđen srpskim standardom SRPS EN 13429, *Ambalaža – Ponovna upotreba*. Dizajn ambalaže treba da bude takav da omogući ponovno punjenje/utovar, kao i odgovarajući broj ciklusa punjenja i pražnjenja. Ambalaža treba da ima mogućnost da se osposobi za ponovno korišćenje uzimajući u obzir zaštitu zdravlja i bezbednosne zahteve. Naravno da na tržištu mora da postoji dostupan sistem za ostvarivanje ponovne upotrebe (sakupljanje povratne ambalaže, ponovno punjenje ili utovar). Standardom se utvrđuje metodologija za ocenjivanje da li je ambalaža ponovno upotrebljiva.

Sledeći nivo hijerarhije upravljanja otpadom jeste ambalaža koja je ponovno iskoristiva reciklažom materijala, a to znači da ovakva ambalaža mora biti projektovana i proizvedena tako da kada postane ambalažni otpad omogući reciklažu materijala upotrebljenih u proizvodnji te ambalaže u određenom masenom procentu. Vrednosti masenih procenata recikliranog materijala zavise od ambalažnog materijala. Osnovni kriterijumi za ambalažu koja je pogodna za reciklažu utvrđeni su srpskim standardom SRPS EN 13430, *Ambalaža - Zahtevi za ambalažu koja je ponovo iskoristiva reciklažom materijala*. Slično, standardom SRPS EN 13432, *Ambalaža - Zahtevi za ambalažu koja je ponovo iskoristiva kompostiranjem i biorazgradnjom - Šema ispitivanja i kriterijum za procenu prihvatljivosti ambalaže* utvrđuju se zahtevi za ambalažu koja je ponovno iskoristiva kompostiranjem i koja mora da bude proizvedena tako da kada postane ambalažni otpad može da se biološki razgradi i kompostira. Ambalaža treba da ima prirodna svojstva koja joj omogućavaju fizičko, hemijsko, termičko ili biološko raspadanje do ugljen-dioksida, biomase i vode. Višekomponentna ambalaža treba da se proizvede tako da se komponente pogodne za kompostiranje mogu lako odvojiti.

Pored navedenog, ambalaža mora biti projektovana i proizvedena tako da ispunjava termodinamičke zahteve za dozvoljeno kontrolisano spaljivanje ambalažnog otpada uz iskorišćenje energije. Specifikacija minimalne donje toplotne moći, kao i način određivanja toplotne dobiti, prikazuje se po metodologiji i postupku za primenu te metodologije koji su utvrđeni u standardu SRPS EN 13431, *Ambalaža - Zahtevi za ambalažu koja je ponovno iskoristiva u obliku energije, uključujući specifikaciju minimalne donje toplotne moći*.

Veoma bitna stavka jeste i identifikacija i označavanje ambalaže koja je data u Članu 15. Zakona, a detaljnije je utvrđena u Pravilniku o načinu numerisanja, skraćenicama i simbolima na kojima se zasniva sistem identifikacije i označavanja ambalažnih materijala („Službeni glasnik RS”, broj 70/2009). Naime, ambalaža se identifikuje i označava prema prirodnim svojstvima ambalažnih materijala koji su korišćeni u njenoj proizvodnji da bi se olakšalo sakupljanje, ponovna upotreba i ponovno iskorišćenje, uključujući i reciklažu, kompostiranje, biorazgradnju i iskorišćenje u energetske svrhe. Standardom SRPS CR 14311:2009, *Ambalaža — Obeležavanje i sistem identifikacije materijala*, daju se preporuke o obeležavanju ambalaže i identifikaciji ambalažnih materijala. Ambalaža se identifikuje i označava prema svojstvima ambalažnih materijala da bi se olakšalo njeno sakupljanje i sortiranje. Ambalaža može da ima utisnutu oznaku, oznaku na etiketi ili pratećoj dokumentaciji, a pored oznake za identifikaciju ambalažnog materijala, ambalaža treba da ima odgovarajuće oznake za ponovnu upotrebu i/ili reciklažu (brojčane oznake i skraćenice za plastiku, karton, metale, tekstilne materijale, staklo i višeslojne materijale date su u Pravilniku).

Na kraju, ambalaža koja je načinjena od višeslojnih materijala se označava latiničnom oznakom C/skraćenica preovlađujućeg materijala.

4. ZAKLJUČAK

Uvidom u trenutno stanje nacionalne standardizacije u oblasti celuloze, papira, kartona i ambalaže, može se zaključiti da nacionalne Komisije za standarde i srodne dokumente, koje su zadužene da prate razvoj standarda iz navedenih oblasti i blagovremeno usklađuju nacionalni sistem standardizacije sa evropskim, izuzetno vredno rade. Dakle, usvojena su i objavljena sva poslednja izdanja evropskih standarda, a u skladu sa potrebama zainteresovanih strana na području RS usvojen je i objavljen i određen broj međunarodnih standarda.

Poštuje se praksa da novi standardi budu pravovremeno usvojeni kako bi se olakšalo formulisanje budućih nacionalnih tehničkih propisa. Time su korisnici standarda unapred upoznati sa njihovim sadržajem i izmenama u odnosu na raniju praksu, pa svoje proizvodne procese mogu na vreme da usklade čime je onemogućen zastoj u poslovanju.

Cilj nacionalne standardizacije, sada kada su ispunjeni svi zahtevi EU, jeste da se poveća broj standarda na srpskom jeziku iz svih oblasti kako uslov za primenu srpskih standarda ne bi bilo poznavanje stranog jezika i kako bi se korisnicima što više približili zahtevi uz dodatna stručna objašnjenja kroz fusnote i nacionalne priloge. Komisije za standarde redovno obnavljaju svoj sastav, pa se tako u svakom momentu, radu Komisije može priključiti bilo koja zainteresovana strana i može delegirati kompetentnog stručnjaka čime direktno dobija uvid u sve najnovije informacije i razvojna rešenja koja su aktuelna na području Evrope i sveta. U budućnosti se očekuje donošenje nove direktive koja će se specifično baviti oblašću papira, kartona i celuloze koji su namenjeni za kontakt sa hranom, kao i direktive o integrisanoj prevenciji i kontroli zagađivanja, pa je shodno tome u planu i revizija standarda koji se tiču ovih oblasti, kao i razvijanje novih standarda prema potrebama.

5. LITERATURA

1. Zakon o standardizaciji (Sl. Glasnik RS 36/2009);
2. Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu (Sl. Glasnik RS 36/2009);
3. Pravilnik o graničnim vrednostima nivoa koncentracije Pb, Cd, Cr-VI, Hg, (Sl Glasnik RS 70/2009);
4. Pravilnik o bezbednosti mašina (Sl. Glasnik RS 13/2010);
5. Pravilnik o opremi i zaštitnim sistemima namenjenim za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama (Službeni glasnik RS, br. 1/2013);
6. Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije, 2008 (<http://www.gs.gov.rs/lat/strategije-vs.html>);
7. http://www.iss.rs/rs/standard/advance_search.php
8. http://www.iss.rs/rs/tc/?national_committee_id=210
9. http://www.iss.rs/rs/tc/?national_committee_id=645
10. http://www.iss.rs/rs/tc/?national_committee_id=566

Corresponding author:

Jelena Krupež, dipl. hemičar, master

Institut za standardizaciju Srbije

Stevana Brakusa br. 2, 11030 Beograd, Srbija

E-pošta: jelena.krupez@iss.rs

MODERNIZACIJA ELEKTRO DELA PAPIR MAŠINE PRILAGOĐENA OGRANIČENOM OBIMU I DINAMICI INVESTIRANJA

MODERNIZATION OF ELECTRICAL PART OF PAPER MACHINE ADAPTED TO LIMITED EXTENT AND DYNAMICS OF INVESTMENTS

Borislav Jeftenić¹, Milan Bebić², Neša Rašić², Dragan Jevtić², Leposava Ristić², Ilija Mihailović², Saša Štatkich³, Ilija Jeftenić⁴

¹ Državni univerzitet u Novom Pazaru, ² Elektrotehnički fakultet, Univerzitetu Beogradu, Beograd,

³ Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, ⁴ ABB d.o.o. Beograd

Izvod

Poznata je činjenica da papir mašine imaju generalno vrlo dug period eksploatacije, međutim u toku perioda eksploatacije neophodno je vršiti rekonstrukcije ili modernizacije mašine, a naročito elektro opreme, pre svega pogona i upravljačkog dela. Razlozi zbog kojih je potrebno vršiti veće ili manje zahvate na elektro delu opreme su dotrajalosti, nemogućnost direktne zamene zbog zastarelosti, povećanje kapaciteta, unapređenje tehnologije. Implementacija savremenih tehničkih rešenja omogućava da se prevaziđu navedeni problemi, dodatno poveća pouzdanost i unaprede performanse postrojenja u celini. Zbog veličine mašine, broja pogona i složenog upravljanja potrebne investicije često predstavljaju prepreku za pristupanje neophodnim aktivnostima. U ovom radu prikazaćemo kako se može izvršiti modernizacija papir mašine parcijalnom zamenom elektro opreme, odnosno investiranjem u više faza, a da se pri tome omogući da mašina radi i ostvaruje potreban prihod.

Cljučne reči: paper machine, modernization, electrical part, investments

Abstract

It is a known fact that paper machines have generally very long period of exploitation, however, during the period of exploitation it is necessary to carry out reconstruction or modernization of equipment, especially electrical equipment, primarily the drive and the control part. The reasons why it is necessary to carry out bigger or smaller operations on the electrical equipment are wearing, inability of direct exchange due to wearing, enhancement of capacity or improvement of technology. The implementation of modern technical solutions allows us to overcome the above problems, further enhance reliability and improve plant performance as a whole. Due to the size of the machine, the number of plants and the complex management, the necessary investment often represent an obstacle for access in the necessary activities. This work will be carried out to modernize paper machines with partial replacement of electrical equipment or investing in several stages, and to thereby enable the machine to operate and realize the revenue.

Cljučne reči: papir mašina, modernizacija, električni deo, investicije

1. UVOD

Pokretanje papir mašina u početku razvoja ove tehnologije vršen je pomoću centralnog (linijskog) vratila koje je pokretao jedan motor, a moment se prenosio do pojedinih pogonskih valjaka kaišnim prenosom. Ovaj način pokretanja je imao niz nedostataka [1], zbog čega se kasnije, kada su to tehničke mogućnosti dozvoljavale, prešlo na pojedinačne elektromotorne pogone za pogonske valjke. U prvo vreme to su bili pogoni sa jednosmernim motorima i Vard Leonardovim grupama, kasnije sa tiristorskim ispravljačima, a danas se najčešće primenjuju pojedinačni pogoni sa frekventno regulisanim asinhronim motorima. Ukoliko se danas pristupa rekonstrukciji pogona sa centralnim vratilom ono se mora u celosti izbaciti, i na sve pogonske valjke ili pogonske grupe trebalo bi postaviti nove pogone [2-5]. Tehnoekonomski je najopravdanije ugraditi frekventno regulisane asinhronne pogone.

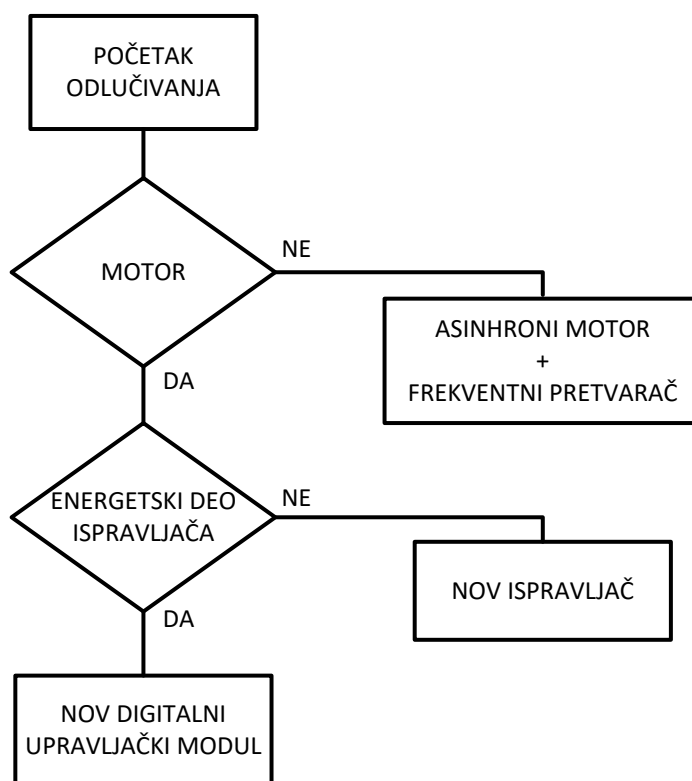
Ukoliko je potrebno rekonstruisati mašinu sa pojedinačnim pogonima, sa motorima za jednosmernu struju, nameće se pitanje da li se postojeći motori mogu zadržati? Na osnovu tehno-ekonomske analize, koja bi uzela u obzir ulaganja u održavanje i servis motora u prethodnom i narednom periodu, kao i vreme zastoja vezanog za motore, treba doneti odluku da li se postojeći motori mogu koristiti u narednom periodu. Ukoliko se proceni da nije opravdano dalje korišćenje motora, nedvosmisleno treba

zameniti pogone novim pogonima sa asinhronim motorima i frekventnim pretvaračima. Ovo će biti pokazano na osnovu ekonomskih parametara koji će biti dati u radu.

Kada se proceni da je opravdano dalje korišćenje postojećih motora, dalje se postavlja pitanje ispravljača za napajanje motora. Dva osnovna dela ispravljača su energetska deo, koji čini tiristorski most, impulsni transformatori, komutacione prigušnice, osigurači i prateća oprema, i upravljački elektronski sklop, koji čine blok za sinhronizaciju, generatori impulsa, regulatori struje i brzine, kao i prateća oprema. Ispravljači koji su se proizvodili do kraja 80-tih godina prošlog veka, i ispravljači koji se danas proizvode razlikuju se po tome što je kod prvih upravljački sklop izrađen na bazi analogne elektronike, dok su savremeni ispravljači sa elektronskim sklopom izrađenim na bazi digitalne elektronike. Analogna električna kola su izrazito podložna starenju, tako da se posle desetak godina moraju u značajnoj meri zameniti novim, što nas dovodi do problema vezanih za direktnu zamenu sklopova, jer se oni teško mogu naći na tržištu. Kod energetskog dela ispravljača nema bitnih razlika između starih i novih generacija ispravljača.

Navedene činjenice ukazuju na novu mogućnost, da se zameni samo elektronski upravljački deo ispravljača, novim digitalnim, a da se zadrži kompletan energetska deo. Ukoliko se proceni da nije opravdano zadržati postojeći energetska deo ispravljača, jasno je da treba zameniti ceo ispravljač, ispravljačem nove generacije sa digitalnim elektronskim sklopom. Na Sl. 1 prikazan je dijagram toka odlučivanja kod donošenja odluke o tipu i obimu rekonstrukcije elektromotornog pogona.

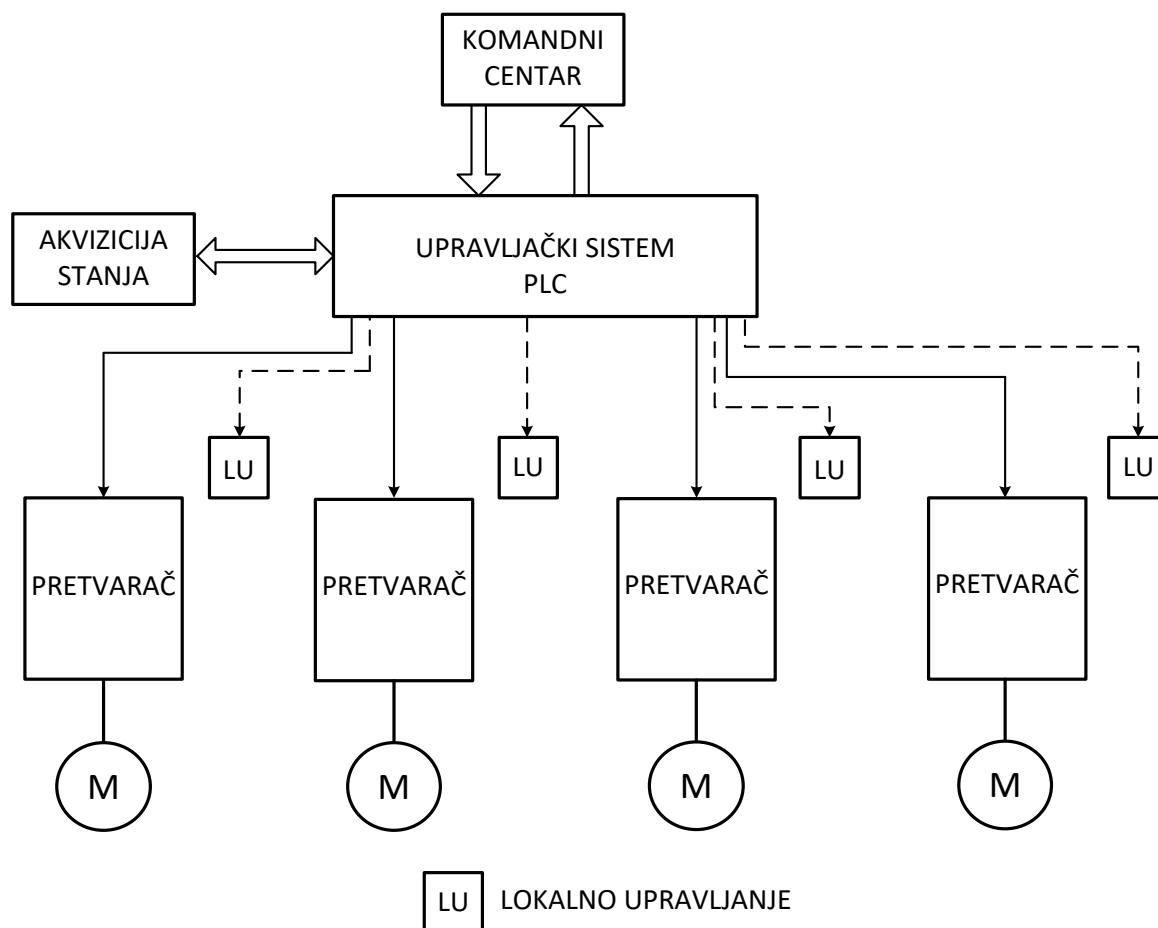
Sistem pokretanja papir mašine spada u složene višemotorne pogone [6], što podrazumeva odgovarajuće upravljanje i koordinaciju rada između pogona. Upravljanje brzinom i zatezanjem (cugovima) se u početku vršilo mehanički, pomoću poluga i navojnih vretena, kasnije uz pomoć hidraulike ili pneumatike. Upravljačke mogućnosti ovakvih sistema su bile vrlo skromne, nije bilo potrebnih merenja, a o dijagnostici ili akviziciji nije bilo ni traga. Primena pojedinačnih pogona zahtevala je primenu složenih sistema nadređenog upravljanja koji bi objedinili funkcionisanje svih pogona. Adekvatno vremenu to su bili analogni elektronski sistemi, koji su osetljivi na spoljne uticaje, vlažnost, promenu temperature, prašinu, elektromagnetne smetnje, i sl. Danas svaki vid rekonstrukcije pogona zahteva primenu novog nadređenog upravljačkog sistema baziranog na primeni računara (PLC). Princip strukture upravljanja pogonom papir mašine prikazan je na Sl. 2.



Sl. 1. Dijagram toka odlučivanja

Primena računara nam omogućava da u okviru jedne mašine imamo različite pogone, jednosmerne sa starim analognim ispravljačima, ili novim ispravljačima sa digitalnim upravljanjem, kao i frekventno regulisane pogone sa asinhronim motorima. Pri ovome može se ostvariti potreban kvalitet upravljanja, sva potrebna merenja, dijagnostika i akvizicija stanja pogona, kao i cele mašine u širem smislu.

Gore navedene činjenice ukazuju na mogućnost da se rekonstrukcija pogona mašine vrši u fazama, tako što bi se u prvoj fazi ugradio upravljački računarski sistem, i zamenili kritični pogoni, a kasnije bi se postupno menjali i ostali pogoni, kako potrebe zahtevaju i finansijske mogućnosti dozvoljavaju.



Sl. 2 Principijelna struktura upravljanja pogonima papir mašine

2. MOGUĆE OPCIJE POGONA PAPIR MAŠINE SA MOTOROM ZA JEDNOSMERNU STRUJU

Na osnovu pregleda datog u uvodnom delu jasno je da nema nikakvog ni tehničkog ni ekonomskog opravdanja da se pri pristupanju bilo kom vidu i obimu rekonstrukcije pogona papir mašine ne zameni nadređeni, zajednički upravljački sistem pogona papir mašine. Ovde ćemo razmotriti tri moguće opcije jednosmernog pogona, pri čemu se u sva tri slučaja pretpostavlja zamena nadređenog sistema upravljanja pogonima mašine.

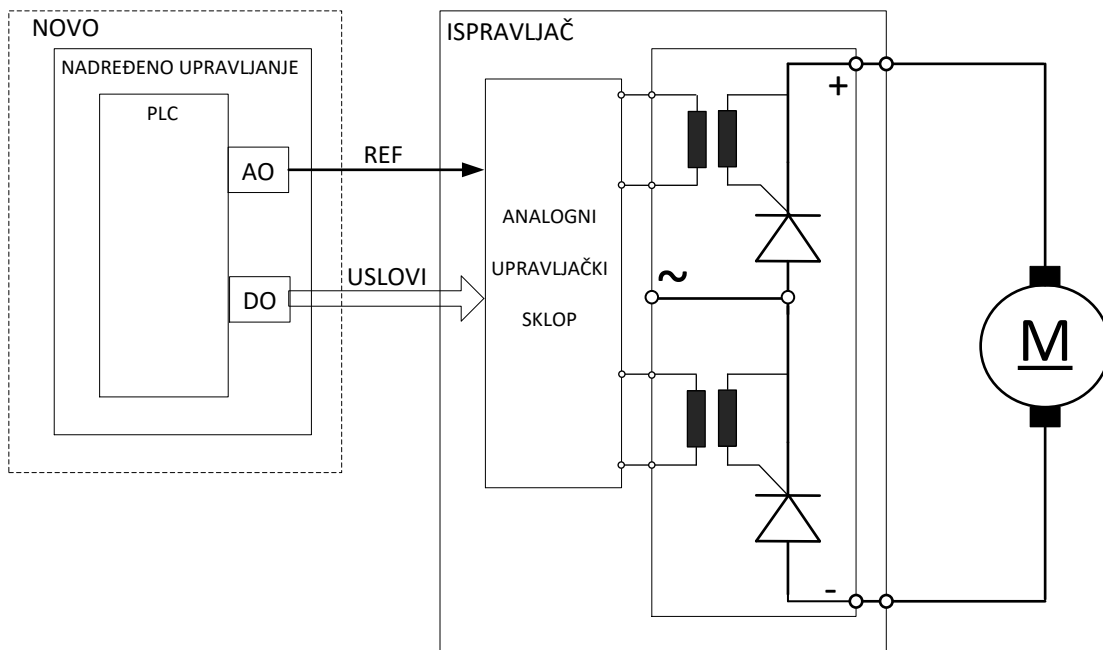
Za sve opcije koje će biti navedene mora postojati adekvatan način preciznog i pouzdanog merenja brzine pogona, pomoću davača brzine na vratilu motora. Nezavisno da li će se pri rekonstrukciji koristiti postojeći, ili nov davač brzine (analogni – tahogenerator, ili digitalni – inkrementalni enkoder) navedeni zahtevi moraju biti ispunjeni.

2.1 Pogon sa analognim tiristorskim ispravljačem

Ova opcija se može primeniti ako se ustanovi da nije potrebno menjati postojeći pogon sa jednosmernim motorom, i tiristorskim ispravljačem stare generacije, sa analognim elektronskim sklopom za upravljanje. Principijelna šema ovakvog pogona, i njegovo povezivanje sa nadređenim sistemom upravljanja prikazana je na Sl. 3.

Postojeći ispravljač se ovde zadržava u svom izvornom obliku, ali se iz PLC-a preko analognog izlaza (AO) ispravljaču prosleđuje referentna brzina, a preko digitalnih izlaza (DO) se prosleđuju uslovi za rad pogona (dozvola za rad, pokretanje, zaustavljanje i sl.).

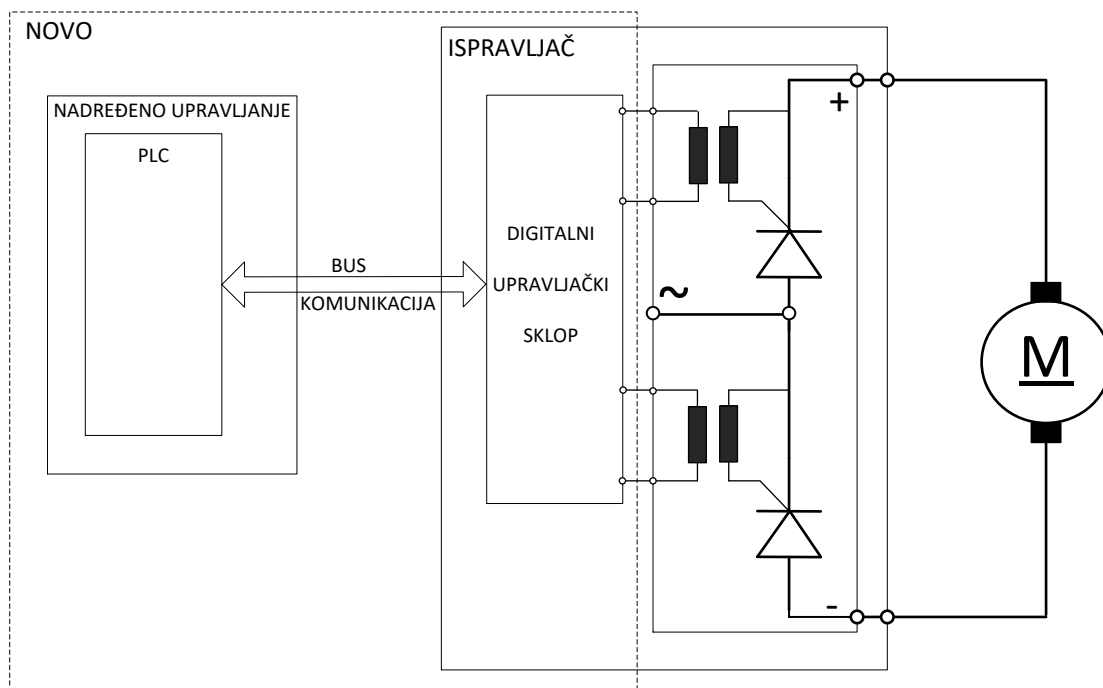
Praktične analiza koje smo sprovedi na nekoliko tipičnih primera pokazuju da ovo rešenje može biti opravdano samo ukoliko se primenjuje za kraći rok eksploatacije, na primer dok se ne steknu pre svega finansijske mogućnosti za opsežniju rekonstrukciju pogona.



Sl. 3 Analogni tiristorski ispravljač u pogonu papir mašine

2.2 Pogon sa novim digitalnim upravljačkim modulom i postojećim energetskim delom ispravljača

Imajući u vidu činjenicu da je struktura i komponente energetskog dela ispravljača ista i kod novih generacija ispravljača i kod ranijih generacija, proizvođači opreme za pogone razvili su poseban upravljački sistem za ispravljač (modul), koristeći digitalnu tehnologiju, kao i druga savremena tehnološka rešenja, pre svega BUS komunikacije. Jedan od poznatijih proizvođača opreme za pogone, a posebno poznat u papirnoj industriji ABB, razvio je upravljački modul „DCS800-R Rebuild Kit“. Principijelna šema ovakvog pogona i njegov način povezivanja sa nadređenim sistemom upravljanja prikazana je na Sl. 4. U ovom slučaju sve informacije između nadređenog upravljačkog sistema i pogona razmenjuju se preko neke od standardnih BUS komunikacija (protokola), referentna brzina, uslovi za rad, informacije o stanju u pogonu, i sl.

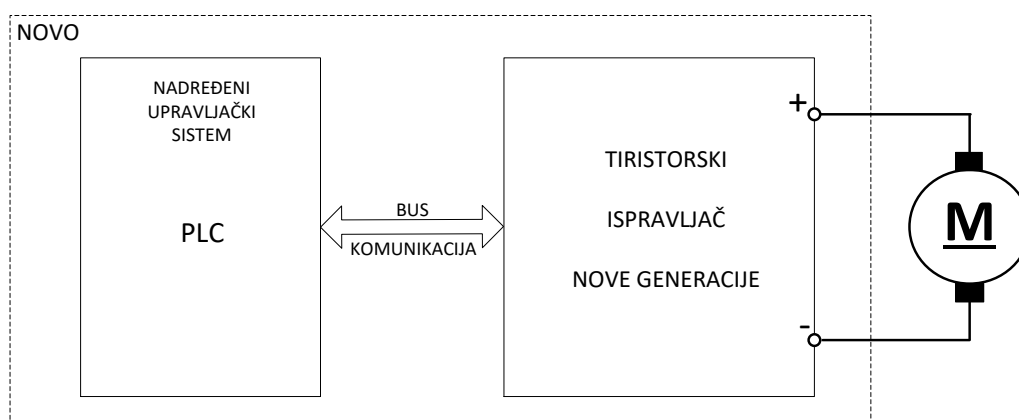


Sl. 4 Tiristorski ispravljač sa novim digitalnim upravljanjem u pogonu papir mašine

Opisano rešenje u pogledu kvaliteta i pouzdanosti upravljanja potpuno je uporedivo sa ispravljačima novih generacija. U pogledu potrebnih investicija, obima radova, a time i vremena potrebnog za izvođenje rekonstrukcije su prednosti ovog nad drugim rešenjima. Na primer, ako se zadržava postojeći ispravljač, potrebno je uložiti dosta napora i vremena da se prouči dokumentacija i na adekvatan način ispravljač poveže sa upravljačkim sistemom. Kod poređenja sa sasvim novim ispravljačem, ovo rešenje ima prednost utoliko što se ne menja smeštaj i raspored energetske opreme (ormani, kablovi).

2.3 Pogon sa novim digitalnim tiristorskim ispravljačem

Treće rešenje koje dolazi u obzir kada se koriste postojeći motori za jednosmernu struju je kompletna zamena ispravljača. Ovo rešenje je skuplje od prethodna dva, i naravno da će ga svaki ponuđač rado ponuditi, polazeći od svojih interesa. Međutim, za investitora ovo rešenje nije uvek najsigurnije i najbolje, jer pored većih investicija za nabavku opreme, zahteva značajne radove u pogonu (građevinske, mašinske, instalaterske). Na Sl. 5 prikazana je principijelna šema ovog pogona i način njegovog povezivanja sa nadređenim upravljanjem. Kao i u prethodnom slučaju nadređeni upravljački sistem i pogon komuniciraju preko BUS komunikacije.



Sl. 5 Pogon sa novim ispravljačem u pogonu papir mašine

3. UPRAVLJAČKI SISTEM

Podešavanje zatezanja (cugova) kao jedan od najbitnijih zahteva upravljanja pogonima u papirnoj industriji svodi se na fino podešavanje brzine, u inkrementima od nekoliko procenata do nekoliko promila, zavisno od pozicije pogona u lancu proizvodnje. Kod analognih sistema ovakvi zahtevi stvarali su ozbiljne probleme, jer su potrebne korekcije odgovarajućeg signala bile na nivou šuma (drifta) koji stvaraju analogne elektronske komponente. Navedeni problem je po pravilu postajao više izražen sa starenjem komponenti. Primena digitalne tehnike, odnosno računara, omogućila je jednostavno, lako, pouzdano i u vremenu postojano fino podešavanje brzine, odnosno odgovarajućih signala, što je svakako jedan od ključnih razloga zašto se insistira na zameni kompletnog nadređenog sistema upravljanja kod rekonstrukcija pogona papir mašina. Na primer, kod prvog puštanja mašine u rad, posle rekonstrukcije ili servisa neophodno je izvršiti podešavanje zatezanja, tako što se zatezanja na svim pogonima postave na nulu, a zatim se podesi da obimne brzine svih pogonskih valjaka budu jednake. Posle toga se u toku provlačenja trake sukcesivno vrši podešavanje zatezanja na pojedinim pogonima. Kod analognih sistema opisani postupak je morao je da se ponavlja sa vremena na vreme, zbog nestabilnosti (drifta) signala, dok kod digitalne tehnike jedanput podešene brzine trajno zadržavaju svoje vrednosti.

Mogućnosti nadzora, upravljanja i akvizicije stanja kod složenih sistema, kao što je papir mašina, je svakako još jedan bitan razlog primene računara kod nadređenog sistema upravljanja. Računari nam omogućavaju implementacije različitih sistema ove namene (SCADA)[7].

Za temu koja se ovde obrađuje od posebnog je značaja mogućnost jednostavnog integrisanja pogona različite vrste u jedinstveni sistem pokretanja papir mašine korišćenjem mogućnosti savremenih računara (PLC-a). Principijelna struktura jednog takvog sistema prikazana je na Sl. 6.

Strukturom upravljanja prikazanom na Sl. 7 predviđeno je korišćenje lokalnih upravljačkih panela za po dva susedna pogona papir mašine, osim na pogonu namotača. Savremeni upravljački paneli imaju ekrane veće rezolucije sa prikazom u boji čime je omogućen istovremeni prikaz velikog broja informacija. Potrebno je povesti računa o mestu postavljanja panela na papir mašini, da bi se omogućio vizuelni pregled pogona koji se puštaju sa odgovarajućeg panela. Grafički panel za nadzor, dijagnostiku i podešavanje parametara rada elektromotornih pogona se može postaviti u elektro postrojenju. Na ovom panelu se mora implementirati sistem šifri za različite nivoe pristupa različitim sistemskim ekranima ili ekranima za podešavanje parametara (viši nivo privilegija) ili ekranima za pregled radnih veličina u formi vremenskih dijagrama (otvoreni pristup). Na Sl. 7 je prikazano korišćenje dva različita BUS komunikaciona protokola sa zasebnim mrežama, čime se postiže veća brzina odziva upravljačkog sistema.

Sve do sada značajne revitalizacije koje su urađene u regionu obuhvatale su zamenu nadređenog upravljačkog sistema, novim na bazi implementacije PLC-a [8-11].

4. EKONOMSKI PARAMETRI OPISANIH REKONSTRUKCIJA

Polazeći od izloženih činjenica napraviće se analiza ekonomskih parametara za realizaciju rekonstrukcije papir mašine. Posebno će se dati procena vrednosti posla za novi nadređeni upravljački sistem mašine. Kako opcije pogona nisu jednoznačno određene, već variraju od slučaja do slučaja zato će se ovde dati procena jedinične vrednosti za navedene opcije, za jedan pogon snage od 84kW i od 188kW.

Novi nadređeni upravljački sistem za papir mašinu srednje veličine sa brojem pogona između deset i dvadeset, kod koga bi se nadzor i upravljanje vršilo sa panela imao bi ekonomske parametre date u Tablici 1.

Tablica 1 Ekonomski parametri nadređenog upravljačkog sistema za papir mašinu srednje veličine

R. br.	Pozicija	Vrednost [EUR]
1	Projekat	13.000
2	Aplikativni softver	15.000
3	Puštanje u rad	11.000
4	PLC	15.000
5	Panel	3.500
6	Ormani za smeštanje opreme	4.000
7	Montaža i kablovi	11.000
	SUMA	72.500

Ukoliko bi se nadogradila SCADA na ovaj sistem upravljanja treba dodati još oko 15.000 EUR.

Ekonomski parametri za pogone dati su u Tablici 2.

U Tablici 2 nisu date ukupne cene, već samo polazni parametri za izračunavanje. Na primer, enkoder možda već postoji, pa se ne mora predvideti u rekonstrukciji. U zavisnosti od fizičkog položaja pogona nekada je moguće da se sa jednog panela upravlja sa dva pogona, tada je ukupan broj potrebnih panela manji. Cene u Tablici 2 su jedinične, odnose se na jedan pogon. Neke cene ne zavise od snage, zato je data samo jedna vrednost za datu poziciju, ali ona važi samo za jedan pogon.

Tablica 2 može da posluži i kod procene vrednosti naknadnih ulaganja ako se posle prve rekonstrukcije, u kojoj se zameni nadređeni upravljački sistem i izvrše odgovarajuću zahvati na pogonima, odluči da se ide dalje u rekonstrukcije pojedinih pogona. Na primer, ako se na nekom pogonu ugradi digitalni regulator rada ispravljača u prvoj rekonstrukciji, a u narednom koraku se odluči da se na tom pogonu zameni ceo ispravljač, ili ceo pogon sa frekventno regulisanim asinhronim motorom, digitalni regulator ispravljača se može iskoristiti na nekom od pogona koji je ostao u analognoj tehnici posle prve rekonstrukcije.

Na osnovu cena datih u Tablici 2 može se zaključiti da je primena digitalnog modula za upravljanje tiristorskim ispravljačem opravdane samo za veće snage. Prema preporukama proizvođača za snage veće od 500kW.

Tablica 2. Polazni ekonomski parametri elektromotornih pogona za papir mašinu

Pozicija	Analogni ispravljač		Nov digitalni upravljački sistem		Nov ispravljač		Nov frekventni pretvarač	
Snage	84kW	188kW	84kW	188kW	84kW	188kW	90kW*	200kW*
Projekat	2.500		1.500		1.000		1.000	
Puštanje u rad	1.500		1.000		1.000		1.000	
Enkoder	200		200		200		200	
Lokalni panel	580		580		580		580	
Ispravljač	-	-	-	-	3.800	5.300		
Digitalni modul	-	-	4.200					
Frekventni pretvarač							8.300	12.300
DI/DO i AI/AO PLC moduli	720		-	-	-	-	-	-
Motor	-	-	-	-	-	-	4.600	9.950

**-Standardne snage za frekventne pretvarače su različite nego kod ispravljača, uzete su približno odgovarajuće.*

Radi razumevanja iznete konstatacije da se u slučaju zamene motora treba ići na asinhroni pogon daćemo cenu jednosmernog i asinhronog motora, kao i cenu ispravljača i odgovarajućeg frekventnog pretvarača Tablica 3.

Tablica 3 Uporedni prikaz cena komponenti pogona sa jednosmernim i asinhronim motorom

Motor [kW]	Jednosmerni	Asinhroni	Ispravljač	Pretvarač	Suma
84	11.500	-	3.800	-	15.300
188	23.500	-	5.300	-	28.800
90	-	4.600	-	8.300	12.900
200	-	9.950	-	12.300	22.250

Podaci u tablici 3 potvrđuju iznetu tvrdnju, da ukoliko je potrebno menjati i motor u pogledu investicije opravdano je jednosmerni pogon zameniti sa frekventno regulisanim asinhronim pogonom.

Pored poređenja potrebnih investicija, na osnovu podataka iz Tablice 3, treba imati u vidu da je održavanje asinhronih pogona značajno jednostavnije i jeftinije.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu želeli smo da ukažemo na pravce i neophodne korake u procesima revitalizacije pogona papir mašina.

Kao što je objašnjeno, što potvrđuju i praktična iskustva, prvi i osnovni korak je zamena, potpuna modernizacija nadređenog sistema upravljanja. U radu je prikazana minimalna varijanta, međutim u zavisnosti od želja, potreba i raspoloživih sredstava ovaj sistem može da bude i složeniji, sa znatno većim mogućnostima, u pogledu nadzora, upravljanja, dijagnostike, preventivnog održavanja, itd. Na osnovu iskustava možemo reći da se svaki dinar uložen u nadređeni upravljački sistem, odnosno SCADA-u, višestruko vraća kroz povećanje kapacitivnog i vremenskog iskorišćenja mašine.

Posebno smo pokazali da jedan ovakav savremeni upravljački sistem može da podrži različite koncepcije motornih pogona, i po tipu i po generaciji.

Sa druge strane smo objasnili različite koncepcije motornih pogona, i kako se oni mogu integrisati u pogon papir mašine, na takav način da omoguće efikasan rad celog postrojenja. Poseban akcenat je bio na mogućnosti sukcesivnog, odnosno faznog rekonstruisanja pogona, u zavisnosti od inicijalno raspoloživih sredstava, i u zavisnosti od priliva sredstava u vremenu.

Opisane rekonstrukcije su tako koncipirane da se uz dobru pripremu mogu izvesti u vremenskom periodu koji se poklapa sa dužinama redovnih godišnjih servisa i planiranih zastoja.

Investicije koje su potrebne takođe ne bi smele da budu prepreka pristupanju ovakvim poslovima, jer kod fabrika koje imaju proizvodnju, odnosno plasman, povraćaj uložених sredstava bi bio brz.

LITERATURA

- [1] B. Jeftenić, M. Bebić, D. Jevtić i M. Belinčević, "Zamena mehaničke transmisije papir mašine pojedinačnim asinhronim pogonima," in *VII jugoslovenski simpozijum iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike*, Zlatibor, 2001.
- [2] B. Jeftenić, M. Bebić, M. Milojević i M. Belinčević, "Novi pogon karton mašine u Fabrici kartona Umka – I deo," in *VIII jugoslovenski simpozijum iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike*, Zlatibor, 2002.
- [3] B. Jeftenić, M. Bebić, M. Milojević i M. Belinčević, "Novi pogon karton mašine u Fabrici kartona UMKA – II deo," in *IX jugoslovenski simpozijum iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike*, Zlatibor, 2003.
- [4] B. Jeftenić, M. Bebić, D. Jevtić i M. Milojević, "Novi pogon karton mašine u Fabrici kartona Umka – III deo - partija formera," in *XII međunarodni simpozijum iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike*, Zlatibor, 2006.
- [5] M. Krgović, B. Jeftenić, V. Ristovski, M. Jovanović i M. Belinčević, "Efekti rekonstrukcije papir mašine u Komuni Skopje i izgradnje tissue mašine u Papirpaku Čačak," in *VIII Jugoslovenski simpozijum iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike*, Zlatibor, 2002, pp. 153 - 164.
- [6] B. Jeftenić, M. Bebić i S. Štatkić, *Višemotorni pogoni*. Beograd: Akademska misao, 2011.
- [7] B. Jeftenić, M. Bebić, I. Mihailović, N. Rašić, D. Jevtić, L. Ristić, S. Štatkić, S. Lukić, S. Đurić, M. Stanković, V. Ilić i M. Zindović, "Sistemi za nadzor i upravljanje pogonima papir i karton mašina," in *XVII Međunarodni simpozijum CPAG*, Zlatibor, 2011.
- [8] B. Jeftenić, M. Milojević, M. Bebić i L. Ristić, "New drive and control strategy of the board machine in board factory „Umka” Serbia," in *10th Meeting of Pulp and Paper Industry of Balkan Countries*, Thessaloniki, Greece, 2003.
- [9] B. Jeftenić, "Papir mašina PM1, Papirpak, Čačak - Projekat, nadzor, puštanje u rad," Laboratorija za elektromotorne pogone, Elektrotehnički fakultet u Beogradu 2000.
- [10] B. Jeftenić, "Papir mašina Komuna, Skoplje – Projekat, nadzor, puštanje u rad," Laboratorija za elektromotorne pogone, Elektrotehnički fakultet u Beogradu 2001.
- [11] B. Jeftenić, "Papir mašina PM2100, Papirpak, Čačak – Projekat, nadzor, puštanje u rad," Laboratorija za elektromotorne pogone, Elektrotehnički fakultet u Beogradu 2003.

IZRADA REZERVNIH DELOVA ZA PROIZVODNU OPREMU PAPIRNO-CELULOZNE INDUSTRIJE

MANUFACTURING THE SPARE PARTS FOR PRODUCTION EQUIPMENT IN PULP AND PAPER INDUSTRY

Slobodan Đurović
Livnica LIGRAP, Belosavci, SRBIJA

Izvod

U radu će biti prezentovane mogućnosti izrade rezervnih delova procesno-tehnološke opreme za celulozno-papirnu industriju, tehnološkim postupkom livenja metala.

Za realizaciju navedenog, jedan od najznačajnijih ali i najsloženijih zadataka, svakako je izbor optimalnog konstrukcionog materijala, pri čemu je neophodno analizirati mnoge ekonomske i tehničke kr-iterijume od značaja za projekat.

Izabrani radni material od koga će biti izradjeni uzorni delovi, i koji će u ovom radu biti višestruko analizirani, je legirani liv-GRUPA NERDJAJUĆIH I HEMIJSKI POSTOJANIH ČELIKA.

Razmotriće se bitna svojstva materijala, kao što su statička i dinamička čvrstoća, tvrdoća, žilavost, sklonost ka puzanju i starenju, otpornost na trošenje trenjem, ponašanje u pogledu korozije i degradacije i prikladnosti samog materijala za oblikovanje tehnološkim postupkom livenja.

Abstract

In the paper we will present the possibility of manufacturing spare parts of process technology equipment for pulp-paper industry, by technological process of metal casting.

For the realization of the above, one of the most important but the most complex tasks is certainly a choice of optimal structural materials, where it is necessary to analyze the many economic and technical norms of importance to the project.

Selected materials of which we will develop exemplary parts, and will in this paper be analyzed many times, are alloyed cast - group stainless and chemical resistant steels.

Important material properties, such as static and dynamic strength, hardness, toughness, tendency to crack and age, resistance to wear by friction, the behavior to corrosion and degradation and suitability of the material for forming the technological casting procedure are going to be taken into consideration.

Corresponding author:
Slobodan L.J. Đurović, dipl.ing
Livnica "LIGRAP", Belosavci, Srbija
slobo.djurovic@gmail.com

NATURAL FIBERS AND FABRIC FUNCTIONALIZED WITH METAL-OXIDE CLUSTER

PRIRODNA VLAKNA I NITI FUNKCIONALIZOVANE METAL-OKSIDNIM KLASTERIMA

Cristina Moldovan¹, Liliana Crăciun¹, Grigore Crăciun¹, Gheorghe Duțuc¹, Alexandru Botar¹ and Lazăr Flămând²

¹ L&G Consulting, Dej, Romania,

² Environmental Protection Agency Cluj, Romania

Abstract

Functionalization of natural fibers and fabrics is a crucial textile chemical process and give fabrics many desirable properties: crease resistance, anti-curl, and shrinkage, resistance, durable-press, anti-bacterial and anti-odor properties.

New functional materials are hybrid inorganic / biopolymer composites, comprised of negative charged 1-2 nanometer sized metal-oxide clusters (polyoxometalates, POMs) and electrostatically bounded to natural fibers and fabrics.

The natural fibers functionalized with POMs is based on functional biocomposite materials, that electrostatically incorporate arrays of negative charged supported molecule into natural fibers to make highly anti-bacterial and anti-odor activities.

The polyoxometalates modified fabrics are significantly more effective in deodorization and antibacterial activity compared with natural fibers.

The functionalized fabrics were characterized by FTIR and SEM spectra.

Keywords: polyoxometalate modified fabrics, polyoxometalate

Izvod

Funkcionalizacija prirodnih vlakana i tkanina je bitna hemijska procedura u tekstilnoj industriji i daje materijalu mnoge poželjne osobine: otpornost na gužvanje, otpornost na uvijanje i skupljanje, otpornost na pritisak, antibakterijske i osobine za umanjenje mirisa.

Novi funkcionalni materijali su hibridni neorganski/biopolimerni kompozitni, sastavljeni od negativno naelektrisanih 1-2 nanometra velikih metal-oksidnih grozdova (polioksometalati, POM) elektrostatički vezanih za prirodna vlakna i materijale.

Prirodna vlakna funkcionalizovana sa POM-ovima su bazirana na funkcionalnim biokompozitnim materijalima koji su elektrostatički pripojeni redovima negativno naelektrisanih potpornih molekula na prirodna vlakna da bi obezbedili antibakterijske osobine i umanjenje mirisa.

Polioksometalato modifikovane tkanine su značajno efektivnije u deodorizaciji i antibakterijskim svojstvima u poređenju sa prirodnim vlaknima.

Cljučne reči: polioksometalato modifikovane tkanine, polioksometalat

1. OVERVIEW

Functionalization of natural fibers (hemp, flax, cotton, ramie, nettle) is a crucial textile chemical process and provides the textile products multifunctional properties such as UV protection, antibacterial and anti-odor activity.

New functionalized textiles are hybrid inorganic / biopolymer composites. These comprised of negative charged 1-2 nanometer sized metal-oxide cluster (polyoxometalates, POMs), electrostatically bound to the natural fibers and fabrics.

Functionalization of natural fibers and fabrics by incorporation of metal-oxide clusters have a number of advantages over the prior art natural fibers and fabrics that do not use the metal-oxide clusters. One advantage is that the metal-oxide clusters modified natural fibers and fabrics significantly more effective in antibacterial activity when compared to a natural fibers or fabrics that are not modified

with metal-oxide cluster. The metal-oxide clusters such as polyoxometalates can have antibacterial activity for extended period of time, they are capable of being regenerated to an active form.

Natural fibers and fabrics functionalized with metal-oxide clusters is based on functional metal-oxide biocomposite materials, that electrostatically incorporate arrays of negative charged reported molecules into natural fibers and fabrics to make highly antibacterial, anti-odor activities and to removed different contaminants [1, 2].

Natural fibers and fabrics conserve on nanostructured templates for the self assembly of mono-disperse arrays of high active and selective reported molecules. The extremely high surface areas characteristics for natural fibers and fabrics make them excellent carriers and supports for reactive polyoxometalates. It can be easily understood that polyoxometalates with catalytic, antibacterial and anti-odor activities anchored to recovered substrates are highly desirable.

2. POLYOXOMETALATE – GENERAL VIEW

Polyoxometalates are a large and rapidly growing class of complex compounds, inexpensive, minimally or non-toxic compounds whose molecular properties are extensively modifiable through either traditional or thermodynamic (one-pot) synthesis [3-6]. They are comprised of early-transition metals, usually in their d^0 electronic configuration (e. g. Mo (VI), W(VI), V(V), Nb(V)) bridged by oxygens. The principal building blocks of POMs are MO_4 polyhedra or MO_6 octahedra, that are linked together by one, two and occasionally three oxygen atoms.

There are two classes of POMs:

1. the isopolyanions, which contain only the d^0 metal cations, and oxide anions
2. the heteropolyanions, which contain one or more d and p „heteroatom” cations, X^{n+} , in addition to the metal cations and oxide anions

All the physico-chemical properties of POMs that impact their application in catalysis, material science and medicine including but not limited to redox potentials, acidities, polarities, solubilities, sizes, shapes and charges, can be readily and systematically altered. This versatility, follows directly from the elemental compositions and structures of the POMs and particularly in the case of the Keggin anions, from the easy by which these can be modified.

POMs are readily accessible synthetically because most of the p-, d- and f- block elements can function as the central „heteroatom”, X^{n+} , in the general formula $XM_{12}O_{40}^{(8-n)-}$. Many of the d-, f-block metals can substitute for one or more of the main metals, M, in the structure to give „mixed addenda anions”.

3. CATIONIZATION OF NATURAL FIBERS AND FABRICS

The cationization of the natural fibers and pulps fabrics is an absolutely necessary, as a process which solve environmental protection issues, problems which result especially within the painting with anionics colorant technology.

The cationization process conditions should be take in consideration: cationization agent concentration, alkali concentration and temperature [7-13].

Making cationized natural fiber textiles, which have a high affinity for cationic colorants, presents many advantages, among which specifically is the reduction of dyes content in the washing waters.

4. IMMOBILIZATION OF POLYOXOMETALATES ON NATURAL FIBERS AND FABRICS

Immobilization of polyoxometalates on modified natural fibers and fabrics is generally very effective and simple because the polyoxometalates have charges of 3 or 30 or more, depending on the size and elemental compositions. Polyoxometalates, because they have high negative charges, bind very strongly to these cationized natural fibers and fabrics [1,2,14,15].

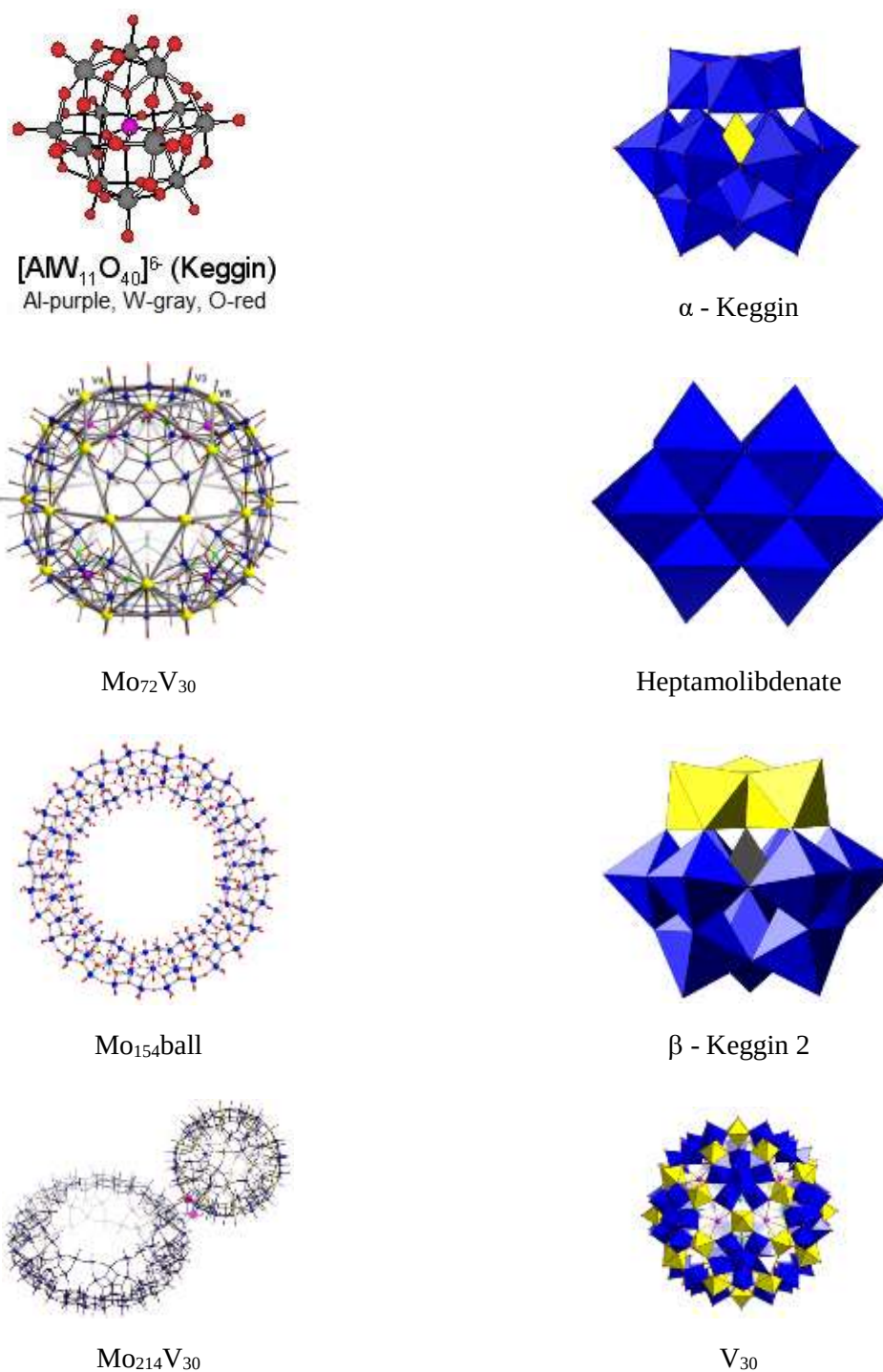
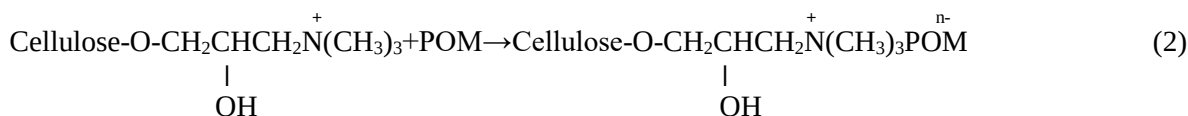
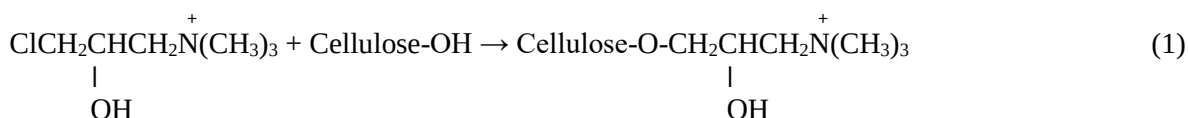


Fig. 1 Atomic structure (left) and polyhedral (right) of polyoxometalate

5. EXPERIMENTAL

5.1 The cationizing of the natural fibers and fabrics

100 grams of natural fibers, bleached or bleached fabric material is suspended in 2 liter of aqueous solution containing 20 g NaOH and 60 ml of 60% concentration prepared from 3-chloro-2-hydroxypropyl trimethyl ammonium chloride, stirred, and allow to stand for 14 hours in plastic bag. The fabric it is washed with water until neutral pH, then with a 2% acetic acid solution, again with water and allowed to dry at room temperature.



5.2 Functionalization of natural fibers and of textiles with polyoxometalates

Samples of 100 g of natural fibers, bleached or natural textile cationized is slurried in 1 liter of 0.2 M aqueous solution of polyoxometalates of type $\text{K}_5\text{H}_4\text{PMo}_6\text{V}_6\text{O}_{40} \times n\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_5\text{PMo}_{10}\text{V}_2\text{O}_{40}$, $\text{H}_4\text{SiMo}_{12}\text{O}_{40}$ and $\text{H}_4\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}$ and stirred for 10 minutes. It is immediately apparent that the cationized natural fibers or fabric are colored, which indicates that the reaction of natural fibers and fabric cationized with polyoxometalates is instantaneous. The natural fibers and the fabrics will be filtered, washed with distilled water to remove of POMs excess and dried in the air. Samples of 10 g of natural fiber thus treated is suspended in 250 ml of distilled water and allowed to stand for 1 month at room temperature with periodic agitation. After filtration, in the filtrate does not identify POMs by UV-VIS spectrum, POMs remain fixed on the fiber by ionic bond.



1 Original fabric (60%cotton 40%hemp)



2 Bleached and cationized⁺



3 Cationized fabric⁺/PMo₆V₆O₄₀⁹⁻



4 Cationized fabric⁺/Ag salt of PMo₆V₆O₄₀⁹⁻



5 Cationized fabric⁺/(SiMo₁₂O₄₀)⁴⁻

Fig. 2 Samples of fabric per stages of processes

5.3 Natural fibers and fabric functionalized with POMs as silver salts

50 g cationized fabric and functionalized with $\text{H}_5\text{PMo}_{10}\text{V}_2\text{O}_{40}$ was suspended in 300 ml of distilled water. To the suspension is added under stirring and in small portions, a solution of 0.1N AgNO_3 the way that into the filtrate to have a slight excess of silver nitrate. The fabric was allowed to stir 10 minutes, then filtered and washed with distilled water until free from ions of Ag^+ , and dried in air. If it is desired to reduce the Ag^+ ion, the fabric manufactured according to point 5.3 is suspended in 400 ml of distilled water. To the suspension is added under stirring, a cold aqueous solution of 0.2 g of NaBH_4 in 50 ml H_2O . Finally, the textile material is filtered, washed with distilled water and air-dried at room temperature.

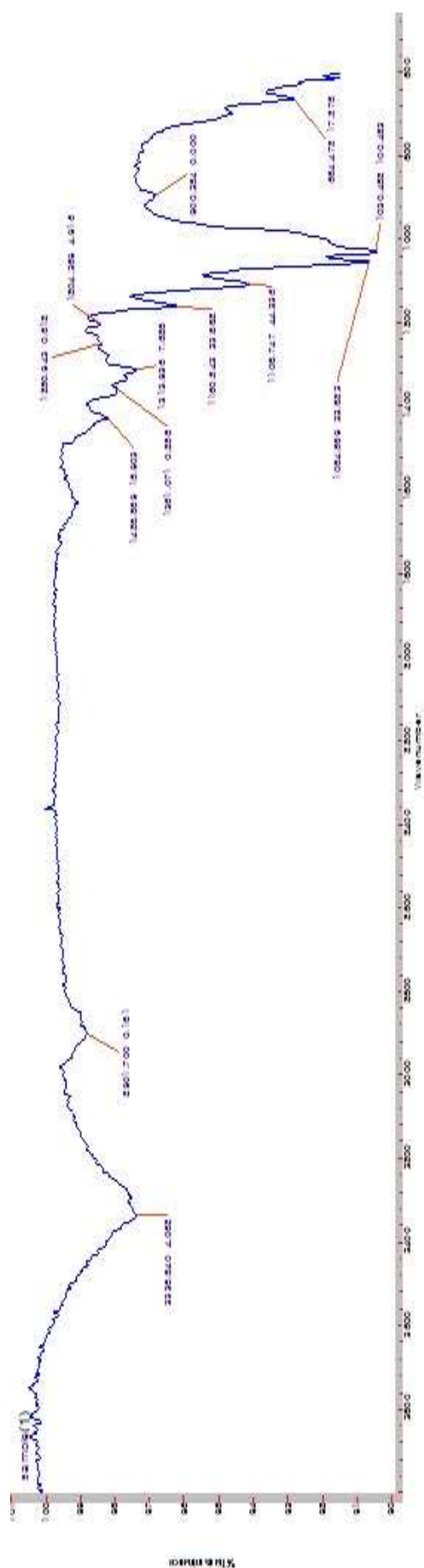


Fig. 3 Sample 1

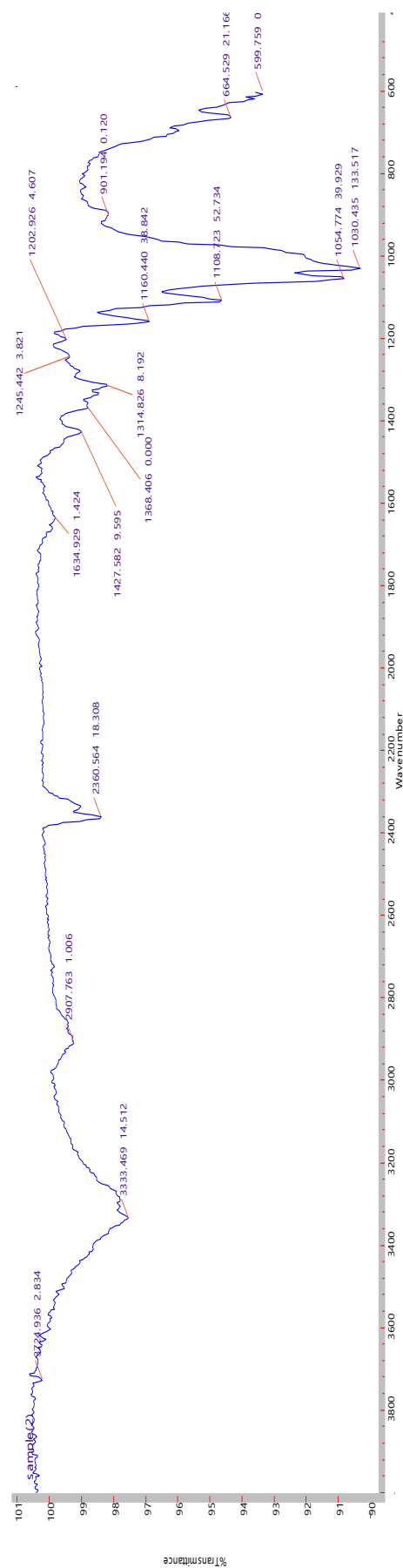


Fig. 4 Sample 2

5.4 FTIR – spectra

The IR – spectra of cationized fabric with 3 - chloro – 2 – hydroxypropyl trimethylammonium chloride and cationized fabric / POM are shown in figure 3-4, using a Perkin Elmer Spectrum RXI FT-IR, spectrophotometer.

The characteristic peaks of cellulosic fiber are at 3432 cm^{-1} (O-H stretch), 1310 cm^{-1} (O-H stretch) and 1168 cm^{-1} , 1112 cm^{-1} , 1060 cm^{-1} (pyran structure).

The absorption band at 1637 cm^{-1} confirm the presence of quaternary nitrogen group $[-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3]$. The strong band at 1600 cm^{-1} is aliphatic C-N stretching. This spectra confirm that the epoxypopyl trimethyl ammonium chloride binds with the primary alcohol group of cellulose fiber, polymeric quaternary group is incorporate in the cellulosic fiber.

The IR – spectra of K5H4PMo6V6O40 bind by ionic bond to the cationized fabric with 3-chloro-2-hydroxypropyl trimethyl ammonium chloride shown characteristic peaks: 1060 cm^{-1} (P-O), 958 cm^{-1} (Mo=O) and 875 cm^{-1} (Mo-O-Mo).

6. CONCLUSIONS

In this study we investigated the functionalization of the natural fiber fabrics by incorporation of metal-oxide clusters (polyoxometalate compounds).

Natural fiber fabrics functionalized with polyoxometalate compounds is based on functional metal-oxide biocomposite materials, that electrostatically incorporate arrays of negative charged reported molecules into fabric to make highly antibacterial, anti-odor activities and remove different contaminants.

The fabric functionalized with polyoxometalates are characterized by FTIR spectra, the determination of antibacterial and anti-odor properties are in progress.

7. REFERENCES

1. Li Xu, E. Boring and C. L. Hill, J of catalysis, 195 (2000) 394-405
2. US Patent 6.713.076/31/2004
3. M.T. Pope, Heteropoly and Isopolyoxometalates, Springer Verlag, New York, 1983
4. M.T. Pope and A. Muller, (Eds), Polyoxometalates: from platonic solid to anti-retroviral activity, Kluwer, Dordrecht, 1994
5. M.T. Pope and A. Muller, (Eds), Polyoxometalate Chemistry: From topology via Self-Assembly to Applications, Kluwer, Dorddrecht, 2001
6. T. Yamase and M.T. Pope, Polyoxometalate chemistry for Nanocomposite Design, Kluwer/Plenum Press, New York, 2002
7. P.J. Hauser, C.B. Smith and M.M. Hashem, AUTEX Research Journal, 4(2004) 95-100
8. M.M. Hashem, P.J. Hauser and C.B. Smith, text. Res. J., 4(2004) 1-6
9. US Patent 6.048.369/2001
10. US Patent 6.846.156/2005
11. J. Racz and J. Borsa, Textile Res. J., 68(1998) 69-74
12. N. Abidi, E. Hequet, S. Tarimala and L. Dai, J. Appl. Polym. Sci., 104(2007) 111-117
13. Patent RO 122728/2007
14. EP 2703553 A1/2012

PREDICTION OF TENSILE BEHAVIOR OF SOFTWOOD KRAFT PULP FROM DATA OBTAINED ON AUTOMATIC FIBER ANALYZER

PREDVIĐANJE PONAŠANJA PRI ZATEZANJU LIŠĆARSKE KRAFT CELULOZE NA OSNOVU PODATAKA SA AUTOMATSKOG ANALIZATORA VLAKANA

Yakov Kazakov, Tatiana Manakhova

Northern (Arctic) Federal University named after M.V.Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Abstract

The developed method for predicting the deformation behavior at tension for unbleached softwood kraft pulp using a phenomenological model based on the equation of a typical body with a single relaxation time. The model links fiber properties and tensile deformation properties of the pulp and paper material made from unbleached softwood industrial kraft pulp with different lignin content (κ number 25.9 ... 51.4), and with refining degree 14 ... 40 °SR.

Key words: unbleached softwood kraft pulp, deformation characteristics, structural and morphological characteristics of the cellulose fibers, phenomenological model

Izvod

Razvijeni metod za predviđanje deformacija pri zatezanju nebeljenih lišćarskih kraft pulpi koristi fenomenološki model baziran na jednačini tipičnog tela sa jenokratnim vremenom opuštanja. Model povezuje osobine vlakana i svojstva vlakana pri zatezanju pulpe i papirnih materijala načinjenih od nebeljene kraft lišćarske celuloze sa različitim sadržajem (κ broj 25.9...51.4) sa stepenom prerade 14...40 °SR.

Ključne reči: neizbeljena kraft pulpa od mekog drveta, deformacione osobine, strukturalne i morfološke karakteristike celuloznih vlakana, fenomenološki model

Pulp testing requires a lot of time and includes a large number of manual operations. For the determination full set of properties of the traditional way requires a minimum of 10 hours, during which time you must mill pulp, to make laboratory sheets, spend their conditioning, cutting samples, testing and calculations [6].

Modern computer technology opened the possibility of measurement the new types of automated determining the cellulose fibers characteristics. They used direct analysis of the fibers geometry based on image analysis. The advantage of this method is the measurement of the primary characteristics of the fibers, which, according to developers, can explain the reasons for the deviation in pulp quality [8]. Modern fibers analyzers allow automatically to take measurements and get a histograms of fiber length l_{av} , width b , fiber curvature f , the number of kinks on the fiber n , bend angle u , segment length l_s , fines amount m , and other characteristics.

Obviously, such complete characterization of the pulp has a high predicting capacity to determine the deformation and strength properties of the pulp.

This is confirmed by the high multiple correlation coefficients ($r = 0.75 \dots 0.86$) of deformation and strength properties of hand-made sheets with structural and morphological characteristics of fibers. The r values was calculated in an experiment using industrial samples of softwood unbleached kraft pulp with different lignin content (κ number 25,9 ... 51,4) [4,5].

During laboratory tests of the pulp tensile properties, complex consisting of more than 25 characteristics of deformability and strength is measured [1,2]. For forecasting such complex of the characteristics in the traditional way, it is necessary to make the regression equations separately for each characteristic and then used for further calculations. To reduce the amount of computation at forecasting, as an alternative approach is proposed to use a phenomenological model, which can be calculated by analyzing the deformation and strength characteristics. Applying phenomenological approach to the study deformations of the material, mainly affect only the external manifestations of the mechanical

properties and study its behavior based on consideration of idealized mechanical models [7]. When using such a phenomenological model, number of regression equations is reduced to the number of model parameters.

We proposed and tested a method for predicting the deformation behavior of softwood kraft pulp using the standard elastic-plastic model (Fig. 1). As shown previously, the model can be used to describe the properties of pulp and paper materials at tensile loading [3].

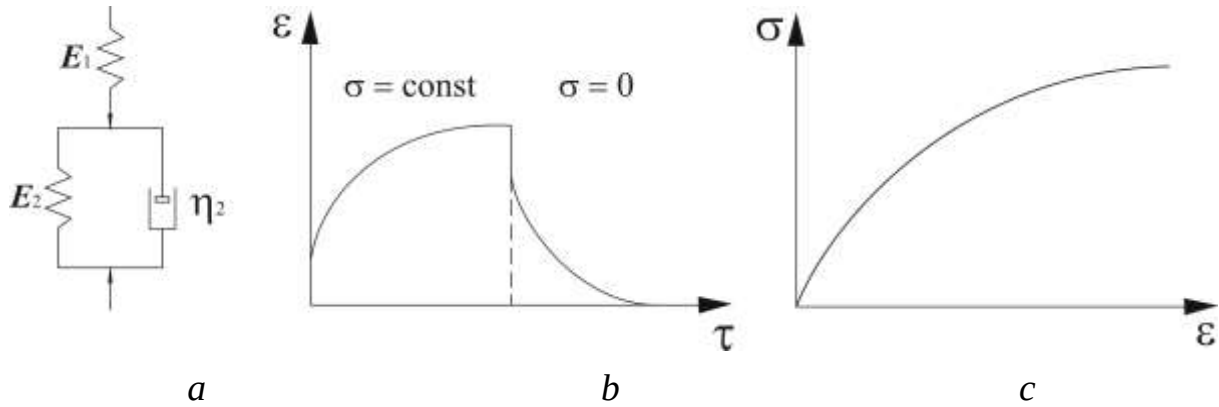


Fig. 1. Standard phenomenological elastic-plastic model: a – model structure; b – deformation in creep mode; c – deformation at tensile with constant speed rate

The dependence linking stress (σ) and strain (ε) for such a model has the form:

$$\sigma(\varepsilon) = E_2 \varepsilon + v n (E_1 - E_2) (1 - e^{-\varepsilon/vn})$$

where E_1 – instantaneous elasticity modulus; E_2 – long-time modulus; n – the relaxation time; v – velocity of deformation.

Model parameters E_1^m , E_2^m i n^m were determined after processing the experimental “stress-strain” curves obtained in a laboratory test complex, which includes a tensile testing machine and PC [2,9]. Experimental work was carried out at the Innovation and Technology Center (ITC) “Modern technologies of bio resources of the North” at Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk.

For forecasting “stress-strain” curves of hand-made sheets using a phenomenological model, a computer program *Prognoz* was developed [10]. Deformation and strength characteristics of the material are calculated at the mathematical treatment of these curves. Fig. 2 shows the appearance of the program.

As input data measurements of fiber structural-morphological characteristics on automated analyzer L&W FiberTester are used. The variables x_i accepted: average fiber length x_1 , average fiber width x_2 , average shape factor x_3 , kink bend angle x_4 , the number of kinks per fiber x_5 , average segment length x_6 , fines x_7 , as well as the kappa number x_8 and degree of refining x_9 .

During the simulation, parameters of the deformation model are calculated by the regression equation. Forecast values of the density, thickness, strain to failure, and failure stress for the selected sample are calculated. Then points of “stress-strain” curve are calculated, mathematical processing the model curve is performed and characteristics of deformability are calculated. The results are exported to MS Excel for further analysis.

Fig. 3 shows examples of experimental and simulated stress-strain curves, which can be traced to their satisfaction, indicating that performance of the developed technique. In most cases, the error calculation of deformation and strength characteristics by *Prognoz* application is from 0.5 up to 10 %.

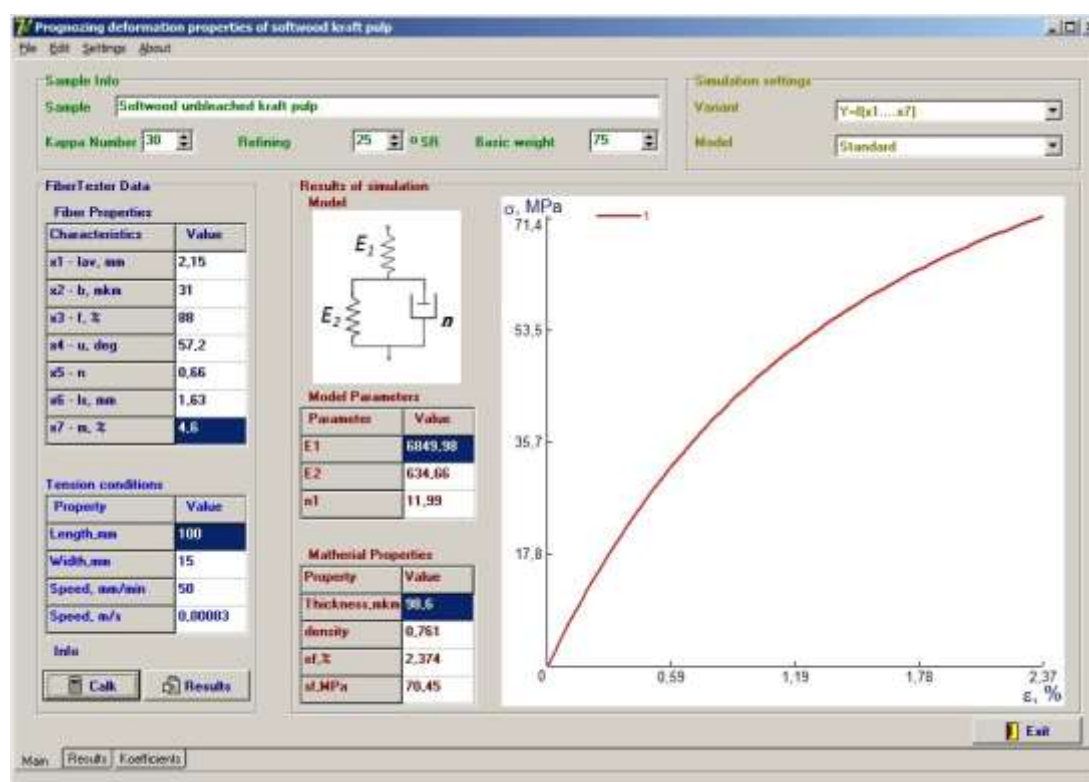


Fig. 2. Interface of the computer program Prognoz [10]

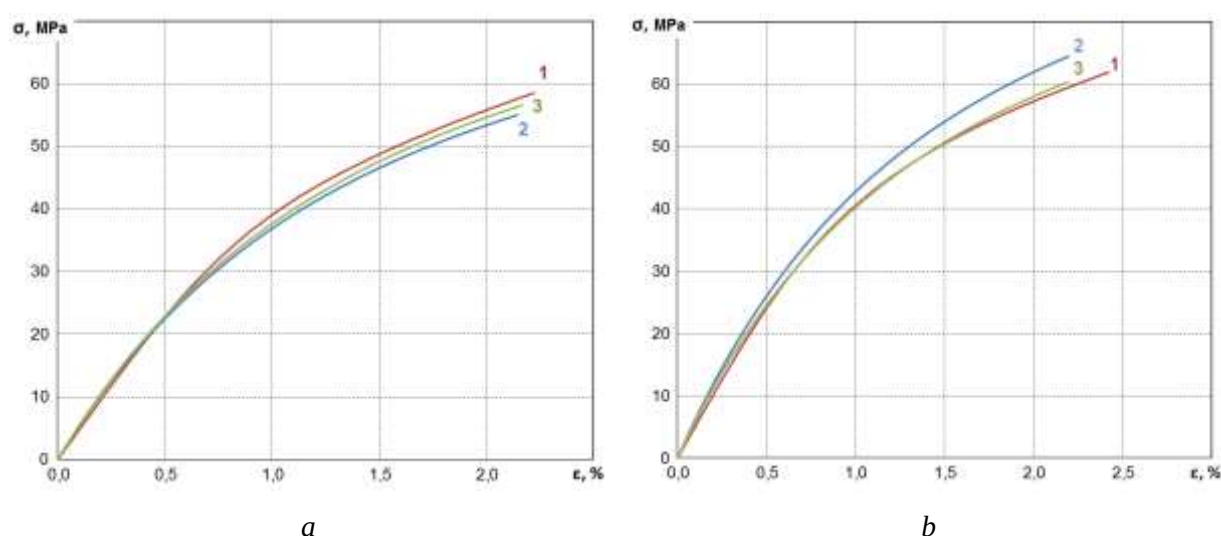


Fig.3. Examples of experimental and calculated in the program Prognoz "stress-strain" curves: a – sample with Kappa Number 40, after beating to 25 SR; b – sample with Kappa Number 30, after beating to 20 SR; 1 – the experimental curve; 2 – calculated curve for option $y = f(x_1 \dots x_7)$; 3 – calculated curve for option $y = f(x_1 \dots x_9)$

CONCLUSIONS

The presented method of predicting deformability and tensile strength characteristics of kraft softwood unbleached pulp with known kappa number and degree of grinding using data on the structural and morphological characteristics of the fibers obtained on the automated analyzer L&W FiberTester,

allow to reduce the time to obtain information about the deformation properties of the cellulosic material to 20 minutes without making hand-made samples and testing.

REFERENCES

1. Kazakov Y.V., Komarov V.I. Mathematical processing of the "stress-strain" curves, obtained in the tensile test of the pulp and paper materials / Forest Journal. 1995. N1. P. 109-114.
2. Komarov V.I., Kazakov Y.V. Analysis of the mechanical behavior of the pulp and paper materials by applying a tensile load / Forest Herald, Moscow State Forestry University, 2000, N3(12), P.52-62.
3. Komarov V.I., Kazakov Y.V. Usage of phenomenological model of a deforming for forecasting of deformation capability of unbleached kraft pulp / Pulp, Paper, Board. 2000. N9-10. P.38-41.
4. Manakhova T.N., Kazakov Y.V. Changing of the fibers properties of softwood kraft unbleached pulp in production processes. / New advances in chemistry and chemical engineering of plant materials: Conference Proceedings of the Vth All-Russian Conference. Barnaul, Altai State University, 2012. P.350-353.
5. Manakhova T.N., Kazakov Y.V. Optimizing of the strength capacity using of softwood fibers in manufacturing processes. / Modern equipment and manufacturing technology of paper and paperboard products from waste paper. Production and manufacturing of corrugated cardboard packaging. Conference Proceedings of the 13th International Conference, 2012, May, 23-25, Karavaevo, Moscow Region, Moscow State Forestry University, P.75-83.
6. Puzirev A.S. Measurement of the paper and cardboard quality. Moscow, Forest Industry, 1966. 410 p.
7. Tiuleneva E.M. Clarification of the rheological model of wood / Coniferous boreal zone/ 2008. N1-2. P. 179-183.
8. Karlsson, Hakan. Fiber Guide. Fiber analysis and process applications in the pulp and paper industry. AB Lorentzen&Werre. 2006. 120 p.
9. Kazakov Ya. Stress-strain behavior of pulp and paper materials under tensile loading //18th International symposium in the field of pulp, paper, packaging and graphics, June,19th-22nd 2012/ Proceedings. Zlatibor, 2012. P.57-60.
10. Marketing Authorisation. Number 2013619256 Russian Federation. Certificate of state registration of computer software. The program for the prediction of deformation characteristics of cellulose from the fibers analysis (Prognoz)/ Y.V. Kazakov, T.N. Manakhova. The applicant and the holder NARFU (RU). N2013617338; appl. 13.08.2013, publ. 30.09.2013, The registry of the computer programs. – 1 p.

Corresponding author:

Yakov Kazakov

Northern (Arctic) Federal University,

17, Severnaya Dvina Emb

Arkhangelsk, Russia

E-mail: j.kazakov@narfu.ru

Komercijalna prezentacija-Commercial presentation

CONSISTENCY MEASUREMENT

MERENJE KONZISTENCIJE

Erik Teunissen

Lorentzen & Wettre (a member of the ABB Group), Kista, Sweden



Consistency Measurement



Pulp and Paper Symposium 2015, Serbia



KPM – Kajaani Process Measurements Ltd.

- Headquarters in Kajaani, Finland
- KPM was established 2001
- KPM was acquired by ABB on 2011



Product offering

- Rotating Type Consistency Transmitter KC/5
 - Revolutionary new design
 - Removable from process without shutdown
- Blade Type Consistency Transmitter KC/3
 - Seal-less design
 - Extremely reliable
 - Field repairable





Product offering

- Microwave Consistency Transmitter KC/7
 - Total Consistency measurement
 - Accurate measurement with different furnishes
- Optical Consistency Transmitters
 - In-Line sensors
 - Flow through sensors
 - Retention measurement



Product offering

- Samplers KS/2, KS/4, KS/6
 - Manual and Pneumatic
 - Low & Medium Consistency for screened and unscreened pulp
 - Different materials AISI316, Titan, SMO254
- Sheet Break Detector
 - RGB color and IR detection
 - Not affected with steam, high temperature or dust





Definition of consistency

- Consistency is defined as the percentage of dry material in the pulp
 - The dry material consists of all dry components in the pulp:
 - Fibrous material
 - Fillers
 - Pigments
 - Colorants
 - Other additives
 -
-



Definition of consistency

- Consistency of the pulp= the weight of the material dried in an oven, starting with 100 g of water-fiber mix (Tappi 240).
 - Unit % or g/l
 - Fillers-% percentage of fillers in the dry material
 - Repeatability 10%
 - Reproducibility unknown
-

BIOPOLYELECTROLYTE COMPLEXES AS A PAPER STRENGTH ADDITIVE

BIOPOLIELEKTROLITSKI KOMPLEKSI KAO DODACI ZA OJAČANJE PAPIRA

Sedat Ondaral¹, Mehmet Emin Ergün¹, Güliz Hocaoglu¹, Orçun Çağlar Kurtuluş², Cengiz Demir³, Mustafa Usta¹

¹ Pulp and Paper Technology, Faculty of Forestry, Karadeniz (Black Sea) Technical University, Turkey

² Forest Product Engineering, Faculty of Forestry, Kastamonu University, Turkey

³ Mining Engineering, Karadeniz Technical University, Trabzon, TURKEY

Abstract

Synthetic petroleum-based polymers being major source of waste disposal problems due to their poor biodegradability have been widely used in a variety of materials in the past half century. Use of renewable resources has been increased due to increasing demand of consumers for high-quality foods and concerns about limited natural resources and the environment. Therefore, it is important to use renewable biopolymers, such as starch, chitosans, PLA etc., instead of synthetic polymers. In the present study, biopolyelectrolyte complexes (BPEC) were produced by mixing cationic and anionic starches. The effects of molecular weight and charge density of biopolyelectrolyte, charge ratio and mixing speed on BPEC properties were studied by monitoring size and charge density. It was determined that the size of BPEC particles increased with increasing molecular weight of biopolyelectrolytes. BPECs were also used for enhancing paper strength and results showed that BPECs improve the tensile index of paper depending on BPEC properties and addition amount and more efficient comparing to single addition and multi additions (multilayer) of starches. Additionally, the adsorption properties of complexes were analysed by means of Quartz Crystal Microbalance (QCM-D)

Key words: Biopolyelectrolyte complex, starches, tensile index, QCM-D

Izvod

Sintetički petrolej-bazirani polimeri, koji su veliki izvor problema sa otklanjanjem otpada zbog slabe biorazgradljivosti, bili su jako korišćeni u različitim materijalima u prošlom veku. Korišćenje obnovljivih izvora je uvećano zbog veće potražnje za visoko kvalitetnom hranom i brigom za ograničenim prirodnim resursima i životnom sredinom. Stoga veoma je bitno koristiti obnovljive biopolimere, kao što je skrob, hitozan, PLA itd. umesto korišćenja sintetičkih polimera. U trenutnom istraživanju, biopolielektrolitni kompleksi (BPEK) su proizvedeni mešanjem katjonskih i anjonskih skrobova. Efekti molekularne mase i gustine naelektrisanja BPEK-a, odnos naelektrisanja i brzine mešanja na osobine BPEK-a su proučavani praćenjem veličine i gustine naelektrisanja. Utvrđeno je da se veličina BPEK-ovih čestica povećava sa povećanjem molekularne mase biopolielektrolita. BPEK je korišćen za ojačanje papira i rezultati su pokazali da BPEK povećava indeks zatezanja papira u zavisnosti od osobina BPEK-a. Osim toga, adsorpcione osobine kompleksa su proučavane koristeći kvarc kristal mikrobilans (KKM, QCM-D).

Ključne reči: biopolielektrolitni kompleksi, skrobovi, indeks zatezanja, QCM-D

INTRODUCTION

Among the bio-based polymers, starches have been used increasingly in different industries, especially for food and papermaking, because of its low cost, availability and ability to change the functionality for a wide range of products, as well as due to lower environmental problems comparing with synthetic polyelectrolytes.^{1,2} Starches are mainly composed of two homopolymers of glucopyranose with different structures: amylose, which consists of D-glucose units linked through α -D-(1-4) linkages and amylopectin, a branched polymer, composed of α -D-(1-4)-linked glucose segments in α -D (1-6) branches. In papermaking industries, different kinds of starches are used for dry strength enhancement of paper, retention and flocculation of fine materials, surface sizing of papers, etc.²

In papermaking system, since the process water is reused the anionic and/or nonionic polymers accumulate. Additionally, the polymers added for both enhance paper quality and/or paper machine runnability present also in process water. These materials interact together and form the polyelectrolyte complexes (PEC) *in situ*. However, PECs of different polyelectrolytes were also pre-formed before adding to papermaking process. As well as papermaking applications, the interest in and the use of polyelectrolyte complexes in large scale industrial applications, such as coatings, binders, flocculants, as well as in biotechnical and biomedical applications, has grown rapidly during the last decades.⁷⁻¹² PECs are formed by mixing oppositely charged polyelectrolytes in water via interaction process which is mainly driven by the increase of entropy due to the release of small ions from the ionic atmosphere surrounding the individual polyelectrolytes. More specific interactions, such as hydrogen bonding, will also contribute to the interaction once the polyelectrolytes are in contact but the main driving force for complex formation is the entropy gain following the release of counterions. The complex will most frequently result in three different types of complexes; soluble, colloidally stable and coacervate complexes, depending on factors such as mixing ratio, polyelectrolyte concentration, polyelectrolyte charge density, molecular mass, pH, electrolyte concentration, nature of ionic groups, temperature and preparation conditions.¹⁻⁶

The starch-based BPECs were investigated regarding of some production parameters, such as charge ratio, mixing speed, molecular weight, and charge density. Additionally, tensile strength of paper produced with BPECs and their adsorption properties on the SiO₂ surface were also studied.

EXPERIMENTAL SECTION

Materials

Starches were kindly supplied from two companies: Amylofax PW and Perfactamyl A4692 from Avebe (The Netherlands) and Solbond NE60 from Solam GmbH (Kristianstad, Sweden). NaCl, NaOH and HCl were analytical grade and purchased from Sigma-Aldrich, Inc. De-ionized water was used in all experiments.

Methods

Intrinsic viscosity and molecular weight

Starch solutions were prepared at different concentrations ranging from 0.1% to 2.2% in 1 M KOH. The relative viscosity was determined with Ubbelohde capillary viscometer immersed in a water thermostated bath at 25°C. Solutions were equilibrated for 10 minute in water bath before passing through viscometer. The mean viscosimetric molecular weight of starches were determined by using Mark-Houwink equation, with constants $a=0.89$ and $K=1.18 \times 10^{-5}$ g/dl.

BPEC production

BPECs were produced by adding the anionic starch to cationic starch using a peristaltic pump at constant dosage rate while the solution was being mixed with a mechanical stirrer. Before production, the charge densities of starches in 10 mM NaCl were determined and charge ratio of complexes were calculated as dividing the anionic charge density by cationic charge density. The complex concentration and addition rate (or dosage rate) of anionic starch were adjusted to 0.5 g/l and 25 ml/min, respectively.

Determination of charge density

The particle charge detector (PCD III (MÜTEK GmbH, Herrsching) was used to determine the charge densities of starches and their complexes by the polyelectrolyte titration. The volume of polyelectrolyte consumed for 0 mV of streaming potential of samples was recorded and the charge density (q) was calculated by following formulation:¹⁵

$$q = \frac{V \cdot n}{m} \quad (1)$$

q (meq/ml or meq/g) = $\frac{V \cdot n}{m}$ where V is the volume of polyelectrolyte titrant (ml), n is titrant concentration (eq/ml), m is amount of polymer or aqueous sample (g). Charge densities of polymer and suspension were calculated in meq/g. P-DADMAC and polyethylenesulphonate sodium salt (PES-Na) purchased from MÜTEK GmbH were used as a cationic titrant and an anionic titrant, respectively.

Size and zetapotential properties of BPECs

The average size of the complex particles were determined with Dynamic Light Scattering (DLS) using a Zetasizer Nano ZS particle characterization system (Malvern Instruments Ltd, UK. The average size of PEC particles is a intensity average calculated from the signal intensity, depending on the basic principle that larger particles scatter much more intense light than smaller particles.

Quartz Crystal Microbalance with Dissipation (QCM-D)

The adsorption of complexes was followed by using the quartz crystal microbalance instrument (QCM-D) from Q-Sense Ab, Gothenburg, Sweden. QCM crystals coated with silica were also supplied by Q-Sense (Qsx 303/50 SiO₂). The detailed information about this technique can be easily found in the literature.^{16,17}

Before using the QCM crystal, it was treated with piranha cleaning solution (H₂SO₄:H₂O₂=3:1) for one minute. It was rinsed with Millipore quality water and dried with N₂ gas. After mounting the quartz crystal in QCM cell, it was exposed to an aqueous buffer solution containing the same salt concentration and pH as used for preparation of the complex solution for establishing a stable baseline for the frequency and energy dissipation. The adsorption experiments were then started by exchanging buffer with complex solution. Residual complexes was removed, after around 20 minutes, by addition of the aqueous buffer solution. The Qsoft software from Q-Sense was utilized to record the changes in the properties of adsorbed polymer layer at four different overtones during adsorption process. Of these, the third overtone was used for evaluation data basically due to its stability. The concentration of the complex solution was 100 mg l⁻¹ in all experiments. All QCM experiments were conducted at constant temperature of 24.3 °C.

Paper tests

The BPEC and multilayer technique were compared regarding tensile index of paper. Bleached softwood kraft fibre was used without beating and any pre-treatments. BPEC was added directly to the fibre suspension while multilayer was built on fibre with individual adding of cationic and anionic starches step by step. The pulp was diluted to 0.5% and after adjusting pH to 7.0 ±0.3, BPEC was added to suspension at different dosages. After 10 min mixing at 750 rpm, 400 ml of suspension was taken to form a handsheet on Rapid Köthen sheet former (Tappi T 205). Afterwards, the wet sheet was dried at 93 °C, at a pressure of 90 kPa for 10 min. In the multilayer experiments, 5mg/g of anionic starch was added to suspension after addition of the same amount of cationic starch. The fibre suspension was filtered to remove unadsorbed starches after 10 min mixing for each layer. The tensile index was determined according to T 494 om-96.

RESULTS AND DISCUSSION

Properties of Starches and Their Complexes

The viscosity, molecular weight calculated from Mark-Houwink equation, and charge density of starches used for BPEC production are given in Table 1. SolbondNE60 has lower molecular weight and higher charge density compared with AmylofaxPW.

Table 1. The intrinsic viscosity and molecular weight of starches

Starch	[η]	Mw (Da)	Charge Density (meq/g)
Amylofax PW	1,92	662162	+0,60
Solbond NE60	1,24	425823	+1,00
Perfactamyl A4692	0,30	103699	-0,56

The charge densities of BPECs produced by mixing cationic AmylofaxPW and anionic A4692 were determined and compared with theoretically calculated values (Figure 1). The charge densities of BPECs with charge ratio 0,4 and 0,9 were around 0,3 meq/g and 0,1 meq/g, respectively.

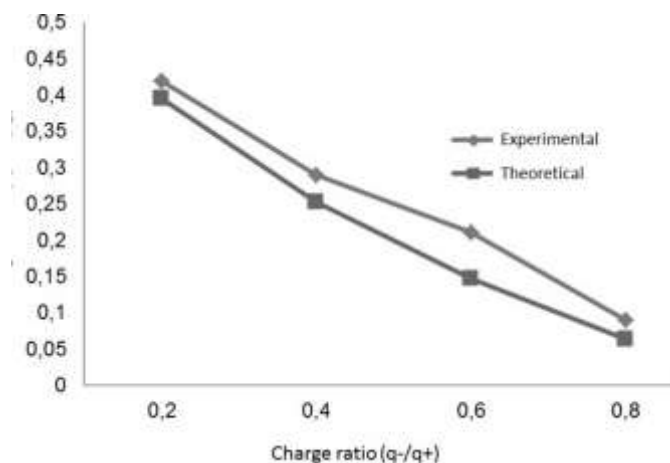


Figure 1. Charge densities of complexes as a function of charge ratio

The average size of BPECs and transmittance of solution were studied for two starch couples (AmylofaxPW-A4692 and SolbondNE60 and A4692) as a function of charge ratio and results are given in Figure 2 and 3. The particle size decreased from 185 nm to 160 nm with increasing charge ratio when complexes were produced with AmylofaxPW-A4692 couple. The transmittance curve of complex solution (0,5 g/l) is almost stable for all over the charge ratios. On the other hand, the properties of complexes produced with SolbondNE60 and A4692 couple are quite different. Transmittance of solution decreased until the 1,0 of charge ratio and then, increased. In the region of increasing transmittance, the size measurement could not be achieved properly. This is most probably due to the macro aggregated starches within bigger size. Particle size also decreased from 120 nm to 60 nm before unstable measurement in Zetasizer equipment.

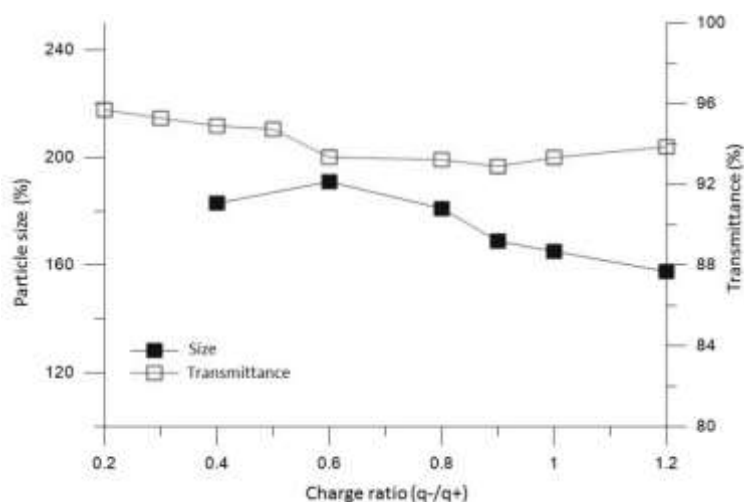


Figure 2. Particle size and transmittance of complexes produced by mixing AmylofaxPW and A4692

In Figure 4, it is clearly seen that the mixing speed applied during complex production don't affect the particle size. It means that diffusion dominated complexation is sufficiently fast during adding anionic starch to the cationic starch while stirred with a common laboratory stirrer.

The efficiency of BPEC as a dry strength additive was investigated and compared with single starch addition and multilayer formation of cationic and anionic starches used for production complex production. Results are given in Figure 5 and 6. It is obviously clear that BPEC application gives better than both multi and single addition of starches, especially lower than 20 mg/g which is suitable for industrial application. This higher performance is contributed to increase in molecular bonding area and number of effective groups between fibre/fibre interface.¹⁸ The other finding is that there is not significant differences between efficiencies of BPECs with 0,4 and 0,9 of charge ratio. The size of BPECs has effect on the tensile index of paper. BPEC3 and BPEC9 have average size around 180 nm

while BPEC43 and BPEC50 have averagely 120 nm size. From figures, BPECs with bigger size have better performance than BPEC with smaller size. The bigger complex most probably provide larger contact area between fibre during paper forming leading increase in paper strength. Difference between performance of these BPECs are more significant when beaten pulp is used for paper production (from unpublished data).

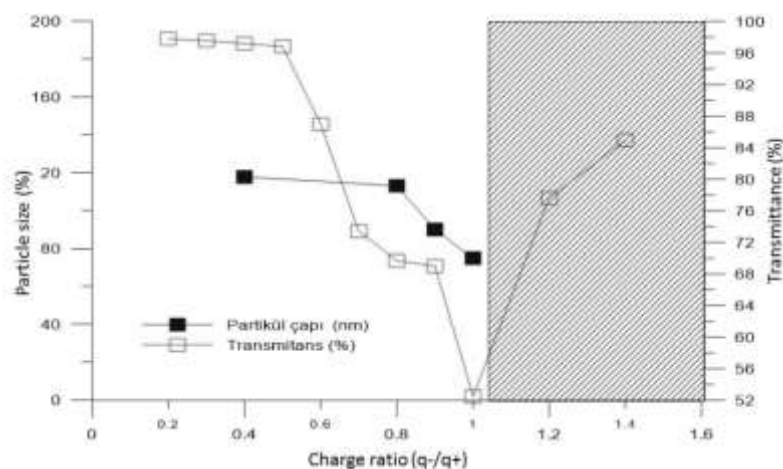


Figure 3. Particle size and transmittance of complexes produced by mixing SolbondNE60 and A4692

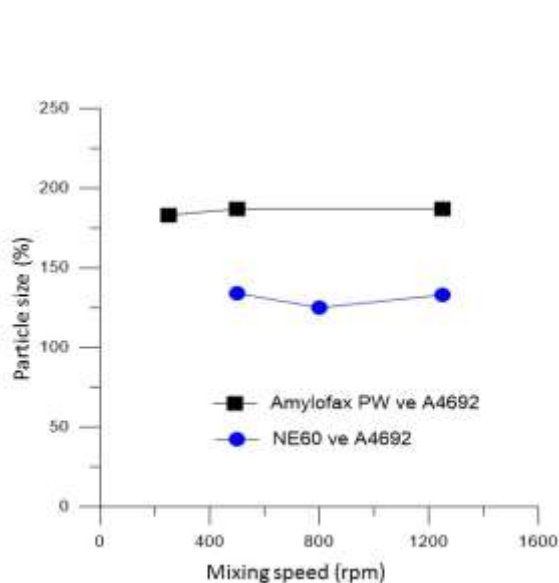


Figure 4. Particle size as a function of mixing speed during complex production

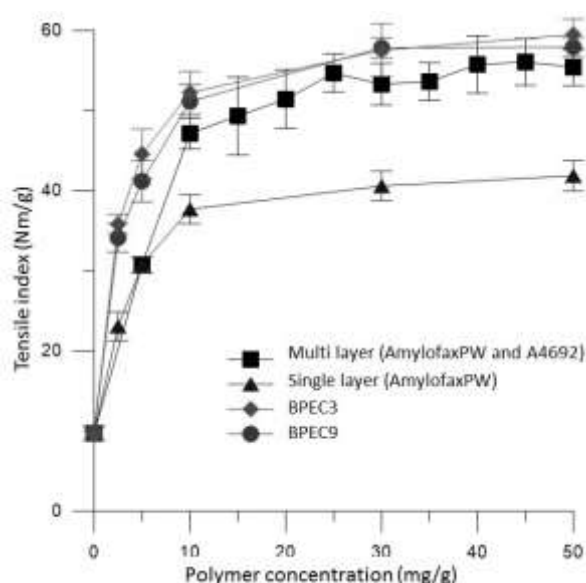


Figure 5. Comparison of BPEC with single starch addition and multilayer formation with AmylofaxPW and A4692.

The QCM-D data gives information about the adsorption characteristics of BPECs on SiO_2 surface (Figure 7 a and b). The adsorbed mass (consisting of starch and water molecules) of the BPEC3 addition is higher than BPEC43. The bigger size of the BPEC3 is the main reason for higher adsorption. Other finding is BPEC43 layer has lower dissipation value indicating that the layer of BPEC43 on surface is thinner and more rigid than that of BPEC3.

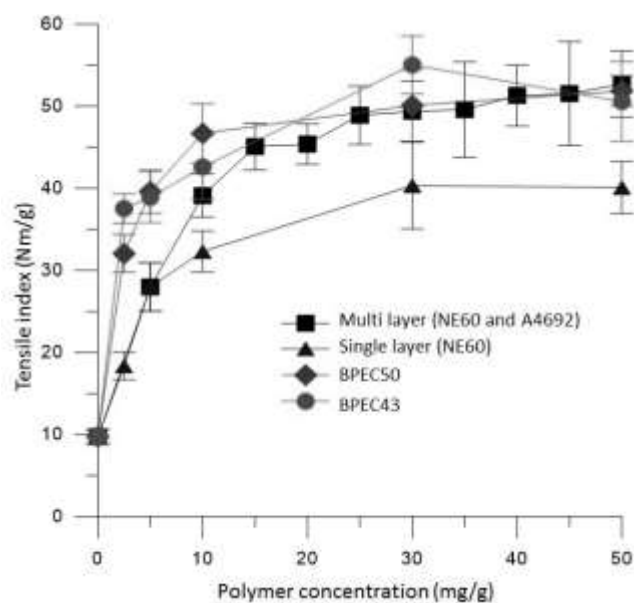


Figure 6. Comparison of BPEC with single starch addition and multilayer formation with SolbondNE60 and A4692.

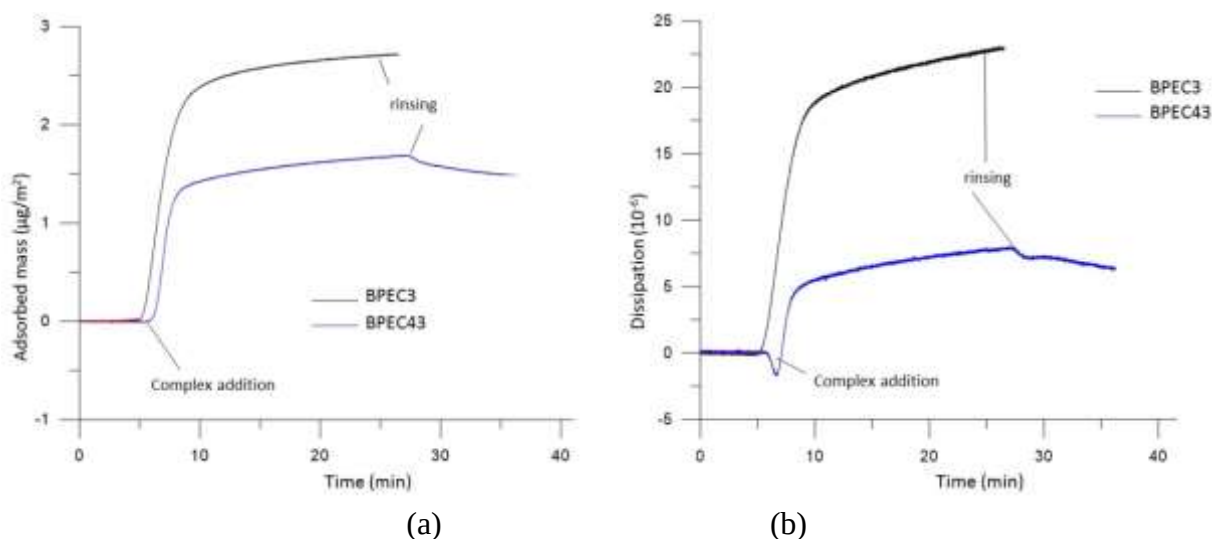


Figure 7. QCM-D results (a): Adsorbed mass on crystal surface (b): Dissipation value

CONCLUSIONS

It was found that the particle size and transmittance of complex solution were affected molecular weight and charge density of starches and the charge ratio between anionic and cationic starches for complex production. BPEC application had better performance than both multi and single addition of starches regarding tensile index of paper. This can be contributed to increase in molecular bonding area and number of effective groups between fibre/fibre joint. QCM-D results showed that bigger complex adsorbed more and also formed thicker and viscoelastic layer on crystal surface than smaller complex.

REFERENCES

- ¹ Clerck P.D. Starch in the wet-end. In: Thorn I, Au CO, editors. Applications of Wet-End Paper Chemistry. 2nd ed. United Kingdom: Springer, 2009, 171-194.
- ² Maurer H. W. Starch in the paper industry. In: BeMiller J, Whistler R, editors. Starch: Chemistry and Technology, Third ed. Academic Press, Elsevier, 2009, 657-713.
- ³ Hubbe, M.A.; Moore, S.M.; Lee, S.Y. *Ind. Eng. Chem. Res.* **2005**, *44*, 3068-3074.

- ⁴ Malay, Ö.; Yalçın, D.; Batıgün A.; Bayraktar, O. *J. Therm. Anal. Calorim.* **2008**, 94, 749.
- ⁵ Fredheim, G.E. *Biomacromolecules* **2003**, 4, 232-239.
- ⁶ Wan, A.C.A.; Tai, B.C.U.; Schumacher, K.M.; Schumacher, A.; Chin, S.Y.; Ying, J.Y. *Langmuir* **2008**, 24, 2611–2617.
- ⁷ Silva, C.L.; Pereira, J.C.; Ramalho, A.; Pais A.A.C.C.; Sousa J.J.S. *J. Membr. Sci.* **2008**, 320, 268–279.
- ⁸ Mazumder, M. A. J.; Shen, F.; Burke, N.A. D.; Potter, M.A.; Stöver, H. D. H. *Biomacromolecules*, **2008**, 9, 2292-2300.
- ⁹ Kabanov, V. In *Multilayer Thin Films*; Decher, G., Schlenoff, J. B., Eds.; WILEI-VCH: Weinheim, Germany, **2003**; p 47.
- ¹⁰ Tsuchida, E., Abe, K. In *Advances in Polymer Science*; Cantow, H.-J., Dall'Asta, G., Dusek, et al., Eds.; Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany, **1982**; Vol. 45, p 1
- ¹¹ Philipp, B.; Dautzenberg, H.; Linow, K.-J.; Kötz, J.; Dawydoff, W. *Adv. Polymer Sci.* **1989**, 14, 91.
- ¹² Biesheuvel, P. M.; Cohen Stuart M. A. *Langmuir* **2004**, 20, 2785-2791.
- ¹³ Dautzenberg, H.; Kriz, J. *Langmuir* **2003**, 19, 5204-5211.
- ¹⁴ Kovacevic, D.; Borkovic, S.; Pozar J. *Colloid Surfaces A* **2007**, 302, 107-112.
- ¹⁵ Suty, S.; Luzakova, V. *Colloids Surf A* 1998, 139, 271.
- ¹⁶ Sauerbery, G., *Z. Phys.*, **155**, 206 (1959).
- ¹⁷ Höök, F.; Rodahl, M.; Brezinski P.; Kasemo, B. *Langmuir*, **14**, 729 (1998).
- ¹⁸ Wagberg L. On the mechanism behind the action of dry strength and dry strength agents. In: Ek M, Gellerstedt G, Henriksson, G, editors. *Paper Products Physics and Technology* Berlin Germany: Walter de Gruyter GmbH & Co, 2009, 169-184.

Corresponding author
Pulp and Paper Technology
Sedat Ondaral
Faculty of Forestry
Karadeniz (Black Sea) Technical University, Turkey
ondaral@ktu.edu.tr

Komercialna prezentacija-Commercial presentation

PULP AND PAPER INSTITUTE LJUBLJANA - CREATION, TRANSFER AND DISSEMINATION OF KNOWLEDGE IN PAPERMAKING

INSTITUT ZA CELULOZU I PAPIR LJUBLJANA - KREIRANJE, PRENOS I ŠIRENJE ZNANJA O PROIZVODNJI PAPIRA

Mateja Mešl

Pulp and Paper Institute Ljubljana, Slovenia

Pulp and Paper Institute Ljubljana (ICP) is a private R&D institution with a long-standing tradition. It was established in 1947 as a central development organization of previous Yugoslavian wood, paper and paper processing industry. Since 1998 founding rights are asserted by Association of Paper and Paper Converting Industry at Slovenian Chamber of Commerce and Industry.

ICP is registered as R&D institution with two research groups on materials and processes in papermaking and packaging. With its laboratories and industrial equipment for scale-up testing, ICP represents an important infrastructure centre for papermaking in the region. Competence centre for human resources development operates within the institute. Training and education programs are offered to develop competencies and thus contribute to the competitiveness of paper, paper converting and related industries.

RESEARCH AND DEVELOPMENT

Research and development cover the whole circle from material to end product as well as re-use of paper and waste from paper and paper converting industry. Research is focused on the areas that present main challenges of the paper and paper converting industry.

- *Materials and Technologies in Papermaking.* Research aims at development of materials and technologies to achieve improved characteristics and new functionalities of paper/board while increasing material and energy efficiency of the production process. It includes development of advanced multifunctional materials for new applications, development of new technologies to improve material and energy efficiency in production, development of monitoring and evaluation methods and techniques.
- *Packaging.* Paper is a natural and sustainable material enabling various functionalities and customer design applications. Development is focused on eco design for sustainable packaging, development of active and intelligent packaging, customer design and optimization of packaging.
- *Sources and Ecology.* Quality raw material and its effective use is one of the biggest challenges for the industry. Development aims at improvement of the quality and higher utilization of recycled paper, optimization of water use, conversion and re-use of industrial waste.

With its network of partners along the value chain and involvement in international research and innovation programs ICP ensures access to state-of-the-art knowledge on all cross-disciplinary fields.

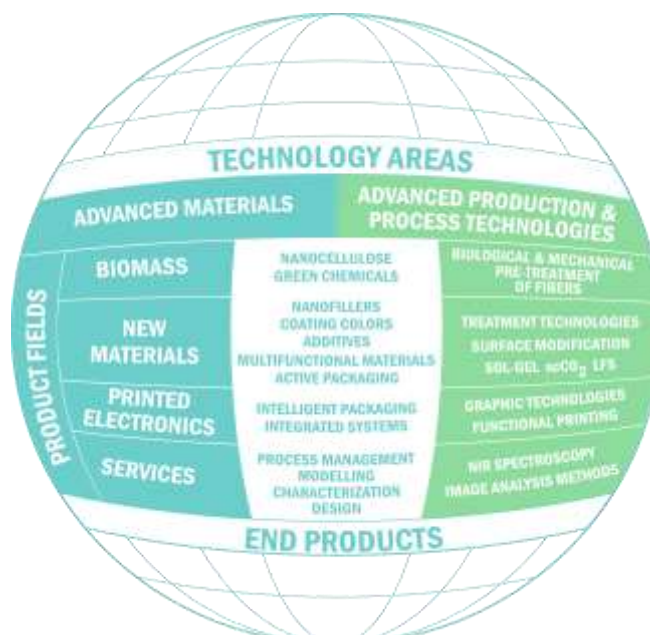
INFRASTRUCTURE CENTRE FOR PAPERMAKING

With its laboratories for mechanical, chemical and biological testing, ICP offers comprehensive services for characterization of paper/board and paper/board products. It provides tests and assessment of paper, board, tissue and packaging materials with conformity declarations according to the regulatory requirements, specifically for materials intended to come into direct or indirect contact with food. Quality of service is ensured by the ISO 17025 system accreditation.

Mechanical testing determines basic, surface and optical characteristics, mechanical resistance, resistance to moisture and oil resistance and other characteristics of paper/board.

Graphical testing involves analyses of printing characteristic of paper, i.e. color absorbency and penetration, micro and macro porosity of print surface and color stability.

Chemical analyzes include determination of the presence of heavy metals, formaldehyde and glyoxal and extracts in cold and warm water extract. We can provide test for assessment of organoleptic properties of packaging materials and materials intended to come into contact with food and bleeding of fluorescent whitening agents or color.



Microbiological analyzes determine presence of microorganisms in materials that could influence the change of characteristics of the packed product or have negative impact on the health or the environment. We are able to determine the presence of antimicrobial constituents in different materials and effectiveness of biocides on different kinds of organisms, such as bacteria, yeast, fungi and algae.

The pilot paper machine, off line calender and coater are primarily intended for scale up testing and applications of new materials and technologies in real industrial environment.



Pilot equipment also enables the production of special papers in smaller quantities, among others:

- Absorptive and cover paper which is used in papermaking testing laboratories,
- Archive paper, acid free resistant paper for the use in archives, museums, galleries, libraries and institutes to protect the content and/or to print documents for sustainable purposes,
- Graphic paper with special security requirements for diplomas, certificates and similar,
- Special technical paper for use in various industries (i.e. nitrocellulose, sterilization, pH testing).

COMPETENCE CENTRE FOR HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT

Competence Centre for human resource development is organized within ICP. With education and training activities it contributes to the competitiveness of the paper and paper converting industry, since trained and highly motivated employees are one of key factors of competitiveness. Competence centre

ensures dissemination of knowledge among partners in papermaking and across the whole value chain, suppliers, buyers and users of paper and packaging.

“Paper school” and “Packaging school” professional training programs, offering basic knowledge on paper/board production and processing are developed to fill the gap in formal education on papermaking in Slovenia.

Different training programs are targeting identified needs of the industry and other target groups, among others “Papermaking for non-professionals”, legal and market requirements related to paper and board products for producers, customers and users.

Corresponding author:

Mag. Mateja Mešl, director

Pulp and Paper Institute, Bogisiceva 8

1000 Ljubljana

Slovenia

tel: 01 200 28 19

e-mail: mateja.mesl@icp-lj.si

