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

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

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

Zbornik radova
Proceedings

Zlatibor, 19.-22. jun 2018.
Zlatibor, June 19th-22nd 2018

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 Janaćković, dekan

Glavni i odgovorni urednik – Editor-in-chief
Prof. dr Karlo Raić

Priprema za štampu – Prepress
Predrag Živković

Tiraž – Impression
100 primeraka

Štampa – Printed by
TMF, Beograd, RIC grafičkog inženjerstva
Karnegijeva 4, 11000 Beograd

ISBN 978-86-7401-355-7

CIP –Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије

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

МЕЂУНАРОДНИ симпозијум из области целулозе, папира, амбалаже и графике (23 ; 2018 ; Златибор)

Zbornik radova = Proceedings / XXIII međunarodni simpozijum iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike, Zlatibor 19.-22. jun 2018. = XXIII International Symposium in the Field of Pulp, Paper, Packaging and Graphics, Zlatibor, June 19th-22th 2018 ; [organizator] Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Centar CPA&G industrije = [organized by] Faculty of Technology and Metallurgy University of Belgrade, Center for Pulp, Paper, Packaging and Graphics in Serbia ; [glavni i odgovorni urednik, editor-in-chief Karlo Raić]. - Beograd : Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta, Centar celulozno-papirne, ambalažne i grafičke industrije Srbije, 2018 (Beograd : Razvojno-istraživački centar grafičkog inženjerstva TMF). - 170 str. : ilustr. ; 30 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-7401-355-7

1. Технолошко-металуршки факултет (Београд). Центар целулозно-папирне, амбалажне и графичке индустрије Србије

a) Индустрија хартије и целулозе - Зборници
b) Индустрија амбалаже - Зборници
c) Графичка индустрија - Зборници

COBISS.SR-ID 264896780

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

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

NAUČNI ODBOR SIMPOZIJUMA – SCIENTIFIC BOARD:

- Prof. Slobodan Jovanovic, Ph. D., Faculty of Technology and Metallurgy, (TMF) Belgrade, Serbia, chairman
- Prof. Djordje Janackovic, Ph. D., TMF, Belgrade, Serbia
- Prof. Lothar Göttsching, Ph. D., University of Technology, Darmstadt, Germany
- Prof. Paul H. Wilson, Ph. D., TAPPI Pulp & Paper Safety Committee, Norcross, Georgia, USA
- Prof. Valentin I. Popa, Ph. D., Faculty of Chemical Industry, Iassi, Romania
- Prof. Stanka Nedeva, Ph. D., Pulp and Paper Institute, Sofia, Bulgaria
- Prof. Juha Leimu, Ph. D., TURKU AMK – Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland
- Prof. Nenad Milosavljevic, Ph. D., Faculty of Chemical Engineering, Åbo Academy 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. Milan Bebic, Ph. D., ETF, Belgrade, Serbia
- Prof. Goran Jankes, Ph. D., Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, Serbia
- Prof. Milos Djukic, Ph. D., Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, Serbia
- Branko Dunjić, PH. D., Cleaner Production Center of Serbia, TMF, 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
- Prof. Klemen Mozina, 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
- Sefkija Botonjic, Ph. D., Faculty of Metallurgy and Materials Science, Zenica, Bosnia & Herzegovina
- Prof. Salim Ibrahimefendic, Ph. D., Faculty of Technical Studies, Travnik, Bosnia & 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
- Dejan Eric, KAPPA STAR GROUP, Belgrade
- Milos Ljusic, UMKA, Umka
- Milan Markovic, FH BEOGRAD, Belgrade
- Djurdja Radivojevic Cugurovic, AVALA ADA, Belgrade
- Stanisa Lukic, UMKA, Umka
- Danijela Osap, UMKA, Umka
- Tatjana Mladenovic, FH BEOGRAD, Belgrade
- Mirjana Vasic, INTER PAPIR, Belgrade
- Zoran Petkovic, KARTONVAL, Belgrade
- Josif Cosic, MAGNETIC, Cacak
- Zoran Devic, PROGRES, Belgrade
- Natasa Govedarica, Chamber of Commerce and Industry of Serbia, Belgrade
- Klemen Mozina, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Ljubljana Slovenia
- Mirko Stanic, NATRON HAYAT, Maglaj, Bosnia & Hercegovina
- Aleksandar Nikolic, EUCOM, Belgrade, Serbia
- Milos Petrovic, TMF, Belgrade
- Darko Radosavljevic, TMF, Belgrade
- Predrag Zivkovic, TMF, Belgrade
- Slobodan Jovanovic, TMF, Belgrade

CONTRIBUTORS – POKROVITELJI

- **MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF REPUBLIC SERBIA, Belgrade, Serbia**
- **CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY OF SERBIA, Belgrade, Serbia**
- **ANDRITZ AG, Graz, Austiria**
- **API GmbH, Obertrum am See, Austria**
- **AVALA ADA, A.D., Belgrade, Serbia**
- **BIOROL d.o.o., Novi Kneževac, Serbia**
- **FABRIKA HARTIJE BEOGRAD A.D., Belgrade, Serbia**
- **FASIL A.D., Arilje, Serbia**
- **INTER PAPIR d.o.o., Zemun, Belgrade, Serbia**
- **KEMIRA CHEMIE GesmbH, Krems, Austria**
- **KEMIRA KTM d.o.o., Ljubljana, Slovenia**
- **METALAC A.D., Gornji Milanovac, Serbia**
- **NATRON HAYAT D.D., Maglaj, Bosnia i Herzegovina**
- **OMYA, Gummern, Austria**
- **PULP AND PAPER INSTITUTE, Ljubljana, Slovenia**
- **SCHÄFERROLLS, d.o.o., Kranj, Slovenia**
- **SOLENIS AUSTRIA GmbH, Wien, Austria**
- **SUPERLAB, Belgrade, Serbia**
- **UMKA A.D., Umka, Serbia**
- **VEOLIA WATER TECHNOLOGIES ITALIA S.p.A., Milano, Italy**

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

Zlatibor, Cigota, June, 19th-22nd, 2018

PROGRAM
XXIII MEĐUNARODNOG SIMPOZIJUMA IZ OBLASTI CELULOZE, PAPIRA, AMBALAŽE I GRAFIKE

Zlatibor, Čigota, 19-22. jun, 2018.

Faculty of Technology and Metallurgy
University of Belgrade

Tehnološko-metalurški fakultet
Univerzitet u Beogradu

Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu
CPA&G centar industrije

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 19th
UTORAK, 19.06.2018.

19:00-21:00

NOTIFICATION OF PARTICIPANTS AND DISTRIBUTION OF MATERIALS (HOTEL CIGOTA RECEPTION)
PIJAVA UČESNIKA I PODELA MATERIJALA (RECEPCIJA HOTELA ČIGOTA)

WEDNESDAY, June 20th
SREDA, 20.06.2018.

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 XXIII SYMPOSIUM
OTVARANJE XXIII SIMPOZIJUMA

09:15 – 12:30
Chairman – Predsedava:
S. Jovanović, G. Jankes, B. Jeftenić, M. Bebić

09:15-09:35 Lecture 1 – Predavanje 1

ANALIZE I AKTUELNI TRENDOVI PAPIRNE INDUSTRIJE SRBIJE U 2018. GODINI

ANALYSIS AND ACTUAL TRENDS IN SERBIAN PAPER INDUSTRY IN YEAR 2018

Nataša Govedarica

Chamber of Commerce and Industry of Serbia, Belgrade, SERBIA

09:35-09:55 Lecture 2 - Predavanje 2

CELULOZNO-PAPIRNA INDUSTRIJA U NOVOM EKONOMSKO-EKOLOŠKOM OKRUŽENJU: SVET I SRBIJA

PULP AND PAPER INDUSTRY IN NEW ECONOMIC AND ECOLOGICAL ENVIRONMENT - THE WORLD AND SERBIA

Petar Đukić

Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Belgrade, SERBIA

09:55-10:15 Lecture 3 – Predavanje 3

NANOCELLULOSE IN PAPERMAKING

NANOCELLULOSA U PROIZVODNJI PAPIRA

Janja Juhant Grkman[1], Bojan Borin[2], Ida Poljanšek[3], Matjaž Kunaver[4]

[1]Pulp and Paper Institute; [2]Papirnica Vevče; [3]University of Ljubljana, Biotechnical Faculty; [4]National Institute of Chemistry; Ljubljana, SLOVENIA

10:15-10:35 Lecture 4 – Predavanje 4

TRANSITION METAL OXIDE CLUSTERS AS CATALYSTS FOR BLEACHING OF CELLULOSIC MATERIALS AND NATURAL FIBERS**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

KLASTERI OKSIDA PRELAZNIH METALA KAO KATALIZATORI ZA BELJENJE CELULOZNIH MATERIJALA I PRIRODNIH VLAKANA

Grigore Craciun, Gheorghe Duțuc, Alexandru Botar

L&G Consulting SRL, Dej, ROMANIA

10:35-10:55 Lecture 5 – Predavanje 5

UTICAJ ORIJENTACIJE CELULOZNOG VLAKNA NA MEHANIČKE OSOBINE SACK KRAFT PAPIRA

IMPACT OF FIBER ORIENTATION TO MECHANICAL PROPERTIES OF SACK KRAFT PAPER

Husejin Duraković, Almir Muftić, Edina Husić

Natron-Hayat d.o.o. Maglaj, BOSNIA AND HERCEGOVINA

10:55-11:15 Lecture 6 – Predavanje 6

EFIKASNOST SISTEMA ZA PRANJE NEBIJELJENE ČETINARSKE CELULOZE

EFFICIENCY OF WASHING SYSTEM FOR UNBLEACHED SOFTWOOD CELLULOSE

Armina Čamić[1], Šefkija Botonjić[2], Mirko Stanić[1]

[1]Natron-Hayat d.o.o. Maglaj; [2]Faculty of Metallurgy and Technology, University of Zenica; BOSNIA AND HERCEGOVINA

11:15-11:35 Lecture 7 – Predavanje 7

ON THE INTERACTION OF MODIFIED UREAFORMALDEHYDE OLIGOMERS IN FIBROUS SUSPENSIONS

INTERAKCIJA MODIFIKOVANIH UREAFORMALDEHIDNIH OLIGOMERA U SUSPENZIJAMA VLAKANA

Natalia Zholnerovich, Irina Nikolaichik

Belarusian State Technological University, Minsk, BELARUS

11:35-11:55 Lecture 8 – Predavanje 8

COMPARISON OF ANISOTROPY OF DEFORMATION PROPERTIES OF TOP LINER BOARD FROM PRIMARY AND RECYCLED FIBER

POREĐENJE ANIZOTROPIJE DEFORMACIONIH SVOJSTAVA PREMAZNIH KARTONA OD PRIMARNIH I RECIKLIRANIH VLAKANA

Anastasiia Romanova[1], Yakov Kazakov[1], Roman Vipolzov[2]

[1]Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk; [2]LLC «Suhonsky BPM», Sokol, RUSSIA

11:55-12:30

DISKUSIJA I PAUZA ZA KAFU
DISCUSSION AND COFFEE BREAK

12:30-16:20
Chairman – Predsedavaju:
S. Ibrahimefendić, P. Živković,V. Valent

12:30-12:50 Lecture 9 - Predavanje 9

INDUSTRIJSKA SVAKODNEVNOST, KLIMA I OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

INDUSTRIAL EVERYDAY LIFE, CLIMATE AND RENEWABLE ENERGY SOURCES

Vladimir VALENT

University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade, SERBIA

12:50-13:10 Lecture 10 - Predavanje 10

DEFINING WHITENESS ON DIFFERENT PAPERS WITH THREE SPECTROPHOTOMETERS EYE-ONE PRO

DEFINISANJE BELINE RAZLIČITIH PAPIRA POMOĆU TRI SPEKTROFOTOMETRA EYE-ONE PRO

Dejana Javoršek, Sandra, Kramer, Klemen Možina

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

13:10-13:30 Lecture 11 – Predavanje 11

ISPITIVANJE POGODNOSTI AMBALAŽNIH KARTONA ZA ŠTAMPANJE TEHNIKOM OFSET ŠTAMPE

TESTING THE PRINTABILITY OF THE PACKAGING CARDBOARDS IN OFFSET PRINTING PROCESS

Lazar Stanojković, Predrag Živković

University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade, SERBIA

13:30-13:50 Lecture 12 – Predavanje 12

OPTIČKA BJELILA ZA PAPIRNU INDUSTRIJU, 3V SIGMA

OPTICAL BRIGHTENERS FOR PAPER INDUSTRY, 3V SIGMA

Semir Dzendzo

3V Sigma S.p.A., Bergamo, ITALIA

13:50-14:10 Lecture 13 – Predavanje 13

SISTEM EVIDENCIJE I PRAĆENJA GREŠAKA DETEKTOVANIH U TOKU PROIZVODNJE NA KARTON MAŠINI

TRACKING AND EVIDENTING SYSTEM FOR ERRORS OCCURRING IN THE CARDBOARD PRODUCTION

Žarko Sremac, Vasja Bojanić, Irena Sefanović i Danijela Ošap

Umka Cardboard Mill, Umka SERBIA

14:10-14:30 Lecture 14 – Predavanje 14

WITH CLOSED LOOP COLOR CONTROL TO A FASTER START-UP AND SHADE CHANGE

KONTROLA NANOSA BOJE SA POVRATNOM SPREGOM ZA BRŽE DOBIJANJE ODOBRENOG OTISKA I BRŽU PROMENU NANOSA BOJE

Manfred Binder

X-Rite GmbH, Martinsried, GERMANY

14:30-14:50 Lecture 15 – Predavanje 15

UPRAVLJANJE RIZIKOM ČELIČNIH I PLASTIČNIH ŽICA KORIŠĆENIH ZA IZRADU FORMIRAJUĆIH I SUŠNIH SITA

RISK MANAGEMENT OF STEEL AND PLASTIC WIRES USED FOR CONSTRUCTION OF FORMATED AND DRIED SIEVES

Nada Bojic[1], Ninoslav Stojanovic[2]

[1] Woven Wire Cloth and Bearings Factory - FASIL A.D. Arilje; [2]StandCert, Beograd, SERBIA

14:50-15:10 Lecture 16 – Predavanje 16

REINDUSTRIJALIZACIJA KAO STRATEGIJSKA OPCIJA OPORAVKA PRIVREDE SRBIJE - SA POSEBNIM OSVRTOM NA INDUSTRIJU CELULOZE I PAPIRA -

REINDUSTRIALIZATION AS A STRATEGIC OPTION OF SERBIAN ECONOMY RECOVERY - WITH A SPECIAL APPROACH TO INDUSTRY OF PULP AND PAPER -

Gordana Kokeza

University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, SERBIA

15:10-15:30 Lecture 17 - Predavanje 17

EFFECT OF DIFFERENT PACKAGING CONDITIONS ON SHELF-LIFE OF TRADITIONAL FERMENTED SAUSAGE

UTICAJ RAZLIČITIH USLOVA PAKOVANJA NA ROK TRAJANJA TRADICIONALNE FERMENTISANE KOBASICE

Tanja Žugić Petrović[1], Dragana Stanisavljević1, Predrag Ilić[1], Dragan Veličković[1], Ljiljana Comić[2]

[1]Department of Food Science and Technology, College of Agriculture and Food Technology, Prokuplje; [2]Department of Biology and Ecology, Faculty of Science, University of Kragujevac, Kragujevac, SERBIA

15:30-15:50 Lecture 18 - Predavanje 18

UNAPREĐENJE UPRAVLJANJA AMBALAŽNIM OTPADOM

ADVANCEMENT OF PACKAGING WASTE MANAGEMENT

Vladimir Pavićević, Darko Radosavljević, Novak Kukrić

University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, SERBIA

15:50-16:20

DISKUSIJA I PAUZA – DISCUSSION AND BREAK

Thursday, June 21st
Četvrtak, 21. jun 2018.

08:30 – 12:00
Chairman – Predsedavaju:
M. Krgović, Đ. Janaćković, P. Uskoković

08:30-08:50 Lecture 19 - Predavanje 19

PRESSURES FORMATION IN THE OPENING AND CLOSING NIPS OF CYLINDER DRYERS

USPOSTAVLJANJE PRITISKA U POČETNOM I ZAVRŠNOM DELU ZONE KONTAKTA SUŠNIH CILINDARA

Juha Leimu

University of Applied Sciences, Turku, FINLAND

08:50-09:10 Lecture 20 – Predavanje 20

MOGUĆNOSTI ZA POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI U PARNO-KONDENZACIONOM SISTEMU PAPIR MAŠINE

POSSIBILITIES FOR INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF PAPER MACHINE STEAM AND CONDENSATE SYSTEMS

Nikola Tanasić[1], Mirjana Stamenić[1], Tomislav Simonović[1], Goran Jankes[2]

[1]University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering; [2]Inovacioni centar Mašinskog fakulteta u Beogradu, Belgrade, SERBIA

09:10-09:30 Lecture 21 – Predavanje 21

REKONSTRUKCIJA PARTIJE PRESA PAPIR MAŠINE U FABRICI HARTIJE BEOGRAD U CILJU POVEĆANJA KAPACITETA I ŠTEDNJE ENERGIJE

RECONSTRUCTION OF THE PRESS SECTION OF THE PAPER MACHINE IN BELGRADE PAPER MILL FOR INCREASING CAPACITY AND ENERGY SAVINGS

Milorad Krgović[1], Milan Marković[2], Mijodrag Milojević[3], Ivan Stevanov[2], Miloš Ivanović[2], Bojan Savić[2], Tatjana Mladenović[2], Marina Kršikapa[1]

[1]Center of pulp, paper, packaging and graphics, , University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy; [2]Fabrika hartije BEOGRAD, d.o.o.; [3]Kappa star group, Belgrade, SERBIA

09:30-09:50 Lecture 22 – Predavanje 22

EFEKTI UGRADNJE HARD NIP KALANDERA

EFFECTS OF INSTALLING THE HARD NIP CALANDER

Saša Dobrić, Rade Krsmanović, Staniša Lukić

Umka Cardboard Mill, Umka SERBIA

09:50-10:10 Lecture 23 – Predavanje 23

PULP AND PAPER TECHNOLOGY APPLICATIONS

APLIKACIJE U TEHNOLOGIJI CELULOZE I PAPIRA

Vassil Valtchev, Matteo Scattolin

Veolia Water Technologies, Miano, ITALY

10:10 - 10:30 Lecture 24 – Predavanje 24

DEUBLIN FSU PARNE GLAVE SA DELTASINT STACIONARNIM SIFONSKIM SISTEMIMA

DEUBLIN FSU STEAM HEAD WITH JOINT/DELTASINT STATIONARY SIPHON SYSTEM

Milan Jevtić

Impex – Technology, Omoljica, SERBIA

10:30 -10:50 Lecture 25 – Predavanje 25

AUGMENTED OPERATION AND MAINTENANCE OF PUMPS IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY

POBOLJŠANI RAD I ODRŽAVANJE PUMPI U INDUSTRIJI CELULOZE I PAPIRA

Lukas Wiesegger

ANDRITZ AG, Graz, AUSTRIA

10:50 -11:10 Lecture 26 – Predavanje 26

UNAPREĐENJE POSLOVNIH PROCESA U INDUSTRIJI PAPIRA, GRAFIKE I AMBALAŽE PUTEM IZVODJENJA KPI, SA POSEBNIM FOKUSOM NA PRODAJU

BUSINESS PROCESS IMPROVEMENT IN IN THE PAPER, GRAPHICS AND PACKAGING INDUSTRY BY PERFORMING KPI, WITH A SPECIAL FOCUS ON SALE

Biljana Lazarević, Veljko Davidović

Casa Forte, consultant company, Belgrade, SERBIA

11:10 -12:00

DISKUSIJA I PAUZA – DISCUSSION AND BREAK

12:00– 14:00

ROUND TABLE – OKRUGLI STO

Moderators:
M. Krgović, Đ. Janaćković, N. Govedarica, P. Uskoković, V. Valent

KRATKO PREDSTAVLJANJE SVIH UČESNIKA
BRIEF INTRODUCTION OF ALL PARTICIPANTS

STANJE U CELULOZNO – PAPIRNOJ, AMBALAŽNOJ I GRAFIČKOJ INDUSTRIJI
SITUATION IN PULP, PAPER, PACKAGING AND GRAPHIC INDUSTRY

14:00 – 14:15

CLOSING OF THE SYMPOSIUM
ZATVARANJE SIMPOZIJUMA

14:30 – 18:30

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

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

IZLET – PO IZBORU UČESNIKA SIMPOZIJUMA:

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

20:30 –

CEREMONIAL DINNER
SVEČANA VEČERA

SADRŽAJ – CONTENT

NATAŠA GOVEDARICA
PRIVREDNA KOMORA SRBIJE, BEOGRAD, SRBIJA

ANALIZA SEKTORA PROIZVODNJE PAPIRA I PROIZVODA OD PAPIRA U SRBIJI 2018. GODINI..... 13
ANALYSIS OF THE PAPER AND PAPER PRODUCT SECTOR PRODUCTION IN SERBIA IN YEAR 2018..... 13

PETAR ĐUKIĆ
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET, UNIVERZITET U BEOGRADU, SRBIJA

CELULOZNO-PAPIRNA INDUSTRIJA U NOVOM EKONOMSKO-EKOLOŠKOM OKRUŽENJU: SVET I SRBIJA..... 15
PULP AND PAPER INDUSTRY IN NEW ECONOMIC AND ECOLOGICAL ENVIRONMENT - THE WORLD AND SERBIA..... 15

JANJA JUHANT GRKMAN[1], BOJAN BORIN[2], IDA POLJANŠEK[3], MATJAŽ KUNAVER
[1]PULP AND PAPER INSTITUTE, LJUBLJANA, SLOVENIA
[2]PAPIRNICA VEVČE, LJUBLJANA, SLOVENIA
[3]UNIVERSITY OF LJUBLJANA, BIOTECHNICAL FACULTY, LJUBLJANA, SLOVENIA
[4]NATIONAL INSTITUTE OF CHEMISTRY, LJUBLJANA, SLOVENIA

NANOCELLULOSE IN PAPERMAKING 25
NANOCELLULOSA U PROIZVODNJI PAPIRA 25

GRIGORE CRACIUN, GHEORGHE DUȚUC, ALEXANDRU BOTAR
L&G CONSULTING SRL, DEJ, ROMANIA

TRANSITION METAL OXIDE CLUSTERS AS CATALYSTS FOR BLEACHING OF CELLULOSIC MATERIALS AND NATURAL FIBERS..... 33
KLASTERI OKSIDA PRELAZNIH METALA KAO KATALIZATORI ZA BELJENJE CELULOZNIH MATERIJALA I PRIRODNIH VLAKANA..... 33

HUSEJIN DURAKOVIĆ, ALMIR MUFTIĆ, EDINA HUSIĆ
NATRON-HAYAT D.O.O. MAGLAJ, BIH

UTICAJ ORIJENTACIJE CELULOZNOG VLAKNA NA MEHANIČKE OSOBINE SACK KRAFT PAPIRA 41
IMPACT OF FIBER ORIENTATION TO MECHANICAL PROPERTIES OF SACK KRAFT PAPER 41

ARMINA ČAMIĆ[1], ŠEFKIJA BOTONJIĆ[2], MIRKO STANIĆ[3]
[1]NATRON-HAYAT D.O.O. MAGLAJ
[2]METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET, UNIVERZITET U ZENICI
[3]NATRON-HAYAT D.O.O. MAGLAJ

EFIKASNOST SISTEMA ZA PRANJE NEBIJELJENE ČETINARSKE CELULOZE 49
EFFICIENCY OF WASHING SYSTEM FOR UNBLEACHED SOFTWOOD CELLULOSE 49

NATALIA ZHOLNEROVICH, IRINA NIKOLAICHIK
BELARUSIAN STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY, MINSK, BELARUS

ON THE INTERACTION OF MODIFIED UREAFORMALDEHYDE OLIGOMERS IN FIBROUS SUSPENSIONS..... 57
INTERAKCIJA MODIFIKOVANIH UREAFORMALDEHIDNIH OLIGOMERA U SUSPENZIJAMA VLAKANA..... 57

ANASTASIIA ROMANOVA[1], YAKOV KAZAKOV[1], ROMAN VIPOLZOV[2]
[1]NORTHERN (ARCTIC) FEDERAL UNIVERSITY NAMED AFTER M.V. LOMONOSOV, ARKHANGELSK, RUSSIA
[2]LLC «SUHONSKY BPM», SOKOL, RUSSIA

COMPARISON OF ANISOTROPY OF DEFORMATION PROPERTIES OF TOP LINER BOARD FROM PRIMARY AND RECYCLED FIBER..... 61
POREĐENJE ANIZOTROPIJE DEFORMACIONIH SVOJSTAVA PREMAZNIH KARTONA OD PRIMARNIH I RECIKLIRANIH VLAKANA 61

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

INDUSTRIJSKA SVAKODNEVNOST, KLIMA I OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE 69
INDUSTRIAL EVERYDAY LIFE, CLIMATE AND RENEWABLE ENERGY SOURCES..... 69

DEJANA JAVORŠEK, SANDRA, KRAMER, KLEMEN MOŽINA
UNIVERSITY OF LJUBLJANA, FACULTY OF NATURAL SCIENCES AND ENGINEERING, LJUBLJANA, SLOVENIA

DEFINING WHITENESS ON DIFFERENT PAPERS WITH THREE SPECTROPHOTOMETERS EYE-ONE PRO 77
DEFINISANJE BELINE RAZLIČITIH PAPIRA POMOĆU TRI SPEKTROFOTOMETRA EYE-ONE PRO 77

LAZAR STANOJKOVIĆ, PREDRAG ŽIVKOVIĆ
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET UNVERZITETA U BEOGRADU, BEOGRAD, SRBIJA

ISPITIVANJE POGODNOSTI AMBALAŽNIH KARTONA ZA ŠTAMPANJE TEHNIKOM OFSET ŠTAMPE ... 85
TESTING THE PRINTABILITY OF THE PACKAGING CARDBOARDS IN OFFSET PRINTING PROCESS ... 85

SEMIR DZENDZO
3V SIGMA S.P.A., BERGAMO, ITALIA

OPTIČKA BJELILA ZA PAPIRNU INDUSTRIJU, 3V SIGMA 91
OPTICAL BRIGHTENERS FOR PAPER INDUSTRY, 3V SIGMA 91

ŽANKO SREMAC DANIJELA OŠAP, VASJA BOJANIĆ, IRENA STEFANOVIĆ
UMKA D.O.O. FABRIKA KARTONA, BEOGRAD, SRBIJA

SISTEM EVIDENCIJE I PRAĆENJA GREŠAKA DETEKTOVANIH U TOKU PROIZVODNJE NA KARTON MAŠINI 93
TRACKING AND EVIDENCING SYSTEM FOR ERRORS OCCURRING IN THE CARDBOARD PRODUCTION 93

MANFRED BINDER
X-RITE GMBH, MARTINSRIED, GERMANY

WITH CLOSED LOOP COLOR CONTROL TO A FASTER START-UP AND SHADE CHANGE 99
KONTROLA NANOSA BOJE SA POVRATNOM SPREGOM ZA BRŽE DOBIJANJE ODOBRENOG OTISKA I BRŽU PROMENU NANOSA BOJE 99

NADA BOJIC[1], NINOSLAV STOJANOVIC[2]
[1]FABRIKA SITA I LEŽAJA FASIL A.D., ARILJE, SRBIJA
[2]STANDCERT, BEOGRAD, SRBIJA

UPRAVLJANJE RIZIKOM ČELIČNIH I PLASTIČNIH ŽICA KORIŠĆENIH ZA IZRADU FORMIRAJUĆIH I SUŠNIH SITA 101
RISK MANAGEMENT OF STEEL AND PLASTIC WIRES USED FOR CONSTRUCTION OF FORMATED AND DRIED SIEVES 101

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

REINDUSTRIJALIZACIJA KAO STRATEGIJSKA OPCIJA OPORAVKA PRIVREDE SRBIJE - SA POSEBNIM OSVRTOM NA INDUSTRIJU CELULOZE I PAPIRA - 107
REINDUSTRIALIZATION AS A STRATEGIC OPTION OF SERBIAN ECONOMY RECOVERY - WITH A SPECIAL APPROACH TO INDUSTRY OF PULP AND PAPER - 107

TANJA ŽUGIĆ PETROVIĆ[1], DRAGANA STANISAVLJEVIĆ[1], PREDRAG ILIĆ[1], DRAGAN VELIČKOVIĆ[1], LJILJANA COMIĆ[2]
[1]DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, COLLEGE OF AGRICULTURE AND FOOD TECHNOLOGY, PROKUPLJE, SERBIA
[2]DEPARTMENT OF BIOLOGY AND ECOLOGY, FACULTY OF SCIENCE, UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC, KRAGUJEVAC, SERBIA

EFFECT OF DIFFERENT PACKAGING CONDITIONS ON SHELF-LIFE OF TRADITIONAL FERMENTED SAUSAGE 113
UTICAJ RAZLIČITIH USLOVA PAKOVANJA NA ROK TRAJANJA TRADICIONALNE FERMENTISANE KOBASICE 113

VLADIMIR PAVIĆEVIĆ, DARKO RADOSAVLJEVIĆ, NOVAK KUKRIĆ
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU, BEOGRAD, SRBIJA

UNAPREĐENJE UPRAVLJANJA AMBALAŽNIM OTPADOM 119
ADVANCEMENT OF PACKAGING WASTE MANAGEMENT 119

JUHA LEIMU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, TURKU, FINLAND

PRESSURES FORMATION IN THE OPENING AND CLOSING NIPS OF CYLINDER DRYERS 125

USPOSTAVLJANJE PRITISKA U POČETNOM I ZAVRŠNOM DELU ZONE KONTAKTA SUŠNIH CILINDARA 125

NIKOLA TANASIĆ[1], MIRJANA STAMENIĆ[1], TOMISLAV SIMONOVIĆ[1], GORAN JANKES[2]
[1]UNIVERZITET U BEOGRADU, MAŠINSKI FAKULTET, BEOGRAD, SRBIJA
[2]INOVACIONI CENTAR MAŠINSKOG FAKULTETA U BEOGRADU, BEOGRAD, SRBIJA

MOGUĆNOSTI ZA POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI U PARNO-KONDENZACIONOM SISTEMU PAPIR MAŠINE 133
POSSIBILITIES FOR INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF PAPER MACHINE STEAM AND CONDENSATE SYSTEMS 133

MILORAD KRGOVIĆ[1], MILAN MARKOVIĆ[2], MIJODRAG MILOJEVIĆ[3], IVAN STEFANOV[2], MILOŠ IVANOVIĆ[2], BOJAN SAVIĆ[2], TATJANA MLADENOVIĆ[2], MARINA KRŠIKAPA[1]
[1]CENTAR CELULOZE, PAPIRA, AMBALAŽE I GRAFIKE, TEHNOLOŠKO – METALURŠKI FAKULTET, BEOGRAD, SRBIJA
[2]FABRIKA HARTIJE BEOGRAD, D.O.O., BEOGRAD, SRBIJA, [3]KAPPA STAR GROUP, BEOGRAD, SRBIJA

REKONSTRUKCIJA PARTIJE PRESA PAPIR MAŠINE U FABRICI HARTIJE BEOGRAD U CILJU POVEĆANJA KAPACITETA I ŠTEDNJE ENERGIJE 141
RECONSTRUCTION OF THE PRESS SECTION OF THE PAPER MACHINE IN BELGRADE PAPER MILL FOR INCREASING CAPACITY AND ENERGY SAVINGS 141

STANIŠA LUKIĆ, RADE KRSMANOVIĆ, SAŠA DOBRIĆ
UMKA D.O.O. FABRIKA KARTONA, BEOGRAD, SRBIJA

EFEKTI UGRADNJE HARD NIP KALANDERA 149
EFFECTS OF INSTALLING THE HARD NIP CALENDER 149

VASSIL VALTCHEV, MATTEO SCATTOLIN
VEOLIA WATER TECHNOLOGIES, MILANO, ITALY

PULP AND PAPER TECHNOLOGY APPLICATIONS 157
APLIKACIJE U TEHNOLOGIJI CELULOZE I PAPIRA 157

MILAN JEVTIĆ
IMPEX – TECHNOLOGY, OMOLJICA, SERBIA

DEUBLIN FSU PARNE GLAVE SA DELTASINT STACIONARNIM SIFONSKIM SISTEMIMA 159
DEUBLIN FSU STEAM HEAD WITH JOINT/DELTASINT STATIONARY SIPHON SYSTEM 159

LUKAS WIESEGGER
ANDRITZ AG GRAZ, AUSTRIA

AUGMENTED OPERATION AND MAINTENANCE OF PUMPS IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY 161
POBOLJŠANI RAD I ODRŽAVANJE PUMPI U INDUSTRIJI CELULOZE I PAPIRA 161

BILJANA LAZAREVIĆ, VELJKO DAVIDOVIĆ
CASA FORTE, KONSULTANTSKA KOMPANIJA CASA FORTE, BEOGRAD, SRBIJA

UNAPREĐENJE POSLOVNIH PROCESA U INDUSTRIJI PAPIRA, GRAFIKE I AMBALAŽE PUTEM IZVODJENJA KPI, SA POSEBNIM FOKUSOM NA PRODAJU 163
BUSINESS PROCESS IMPROVEMENT IN IN THE PAPER, GRAPHICS AND PACKAGING INDUSTRY BY PERFORMING KPI, WITH A SPECIAL FOCUS ON SALE 163

ANALIZA SEKTORA PROIZVODNJE PAPIRA I PROIZVODA OD PAPIRA U SRBIJI 2018. GODINI

ANALYSIS OF THE PAPER AND PAPER PRODUCT SECTOR PRODUCTION IN SERBIA IN YEAR 2018

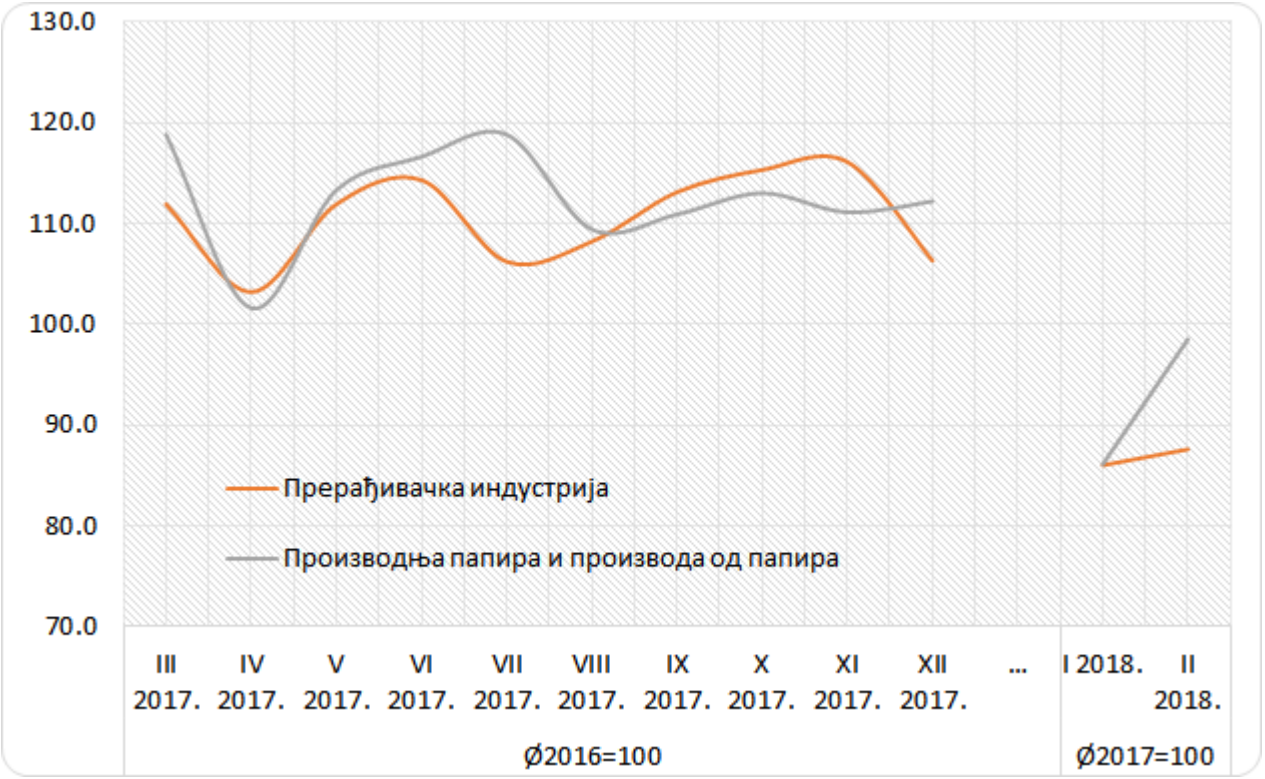
Nataša Govedarica
Privredna komora Srbije, Beograd, Srbija

Sektor proizvodnje papira i proizvoda od papira u 2018. godini susreće se sa određenim rizicima kao što su povećanje cena električne energije i delovima lanca vrednosti koji su intenzivni potrošači energije; tržišni udeo u funkciji fluktuacije USD, EUR i skandinavske valute, evropski kupci pulpe pritisnuti su između troškova u EUR valuti nasuprot konačnim cenama proizvoda u USD valuti, kao i važnosti reciklaže u papirnoj industriji kao celine u svetlu globalne tranzicije energije.

Analizirajući sektor proizvodnje papira i proizvoda od papira dolazi se do određenih prednosti, kao što su rastuće potrebe za (karton) ambalažom, u skladu sa proizvodnjom i skokom aktivnosti e-trgovine, novi tržišni izvori koji proizilaze iz rasta srednje klase na tržištima u razvoju, rastuća potražnja za higijenskim proizvodima, ali i slabosti kao što su visoka osetljivost na troškove sirovine (tj. celuloze), prilagodljivost suočavanja sa visokim troškovima ulaganja kako bi se osigurao budući rast, kao i korišćenje plastike u konkurenciji sa kartonskim pakovanjima u zavisnosti od potreba tržišta.

Proizvodnja papira i proizvoda od papira je u februaru 2018. godine u odnosu na drugi mesec 2017. godine porasla 8,8 odsto, dok je u periodu januar-februar 2018. godine zabeležen rast od 5,6 odsto u poređenju sa prva dva meseca 2017. godine. U preradi drveta i proizvoda od drveta, u februaru 2018. godine u odnosu na drugi mesec 2017. godine zabeležen je pad od 6,0 odsto, dok je u periodu januar-februar 2018. godine registrovan rast od 7,5 odsto u poređenju sa prva dva meseca 2017. godine.

Tabela 1. Indeksi industrijske proizvodnje



Ukoliko se posmatra drugi mesec 2018. godine u odnosu na prosek 2017. godine, zalihe su bile veće za 11,5 odsto u prerađivačkoj industriji, a u okviru nje veće za 7,0 odsto u proizvodnji papira. Cene u proizvodnji papira i proizvoda od papira u februaru 2018. godine u odnosu na drugi mesec 2017. godine porasle su 3,2 odsto, dok su kod prerade drveta i proizvoda od drveta, kao i u proizvodnji nameštaja opale i to za 3,4 i 2,0 odsto, respektivno.

Prema podacima RZS, u 2017. godini, izvoz proizvoda od papira iznosio je 383,8 mln evra, što čini 2,6 odsto ukupnog izvoza Republike Srbije. U odnosu na 2016. godinu, zabeležen je rast od 20,4 odsto. U istom periodu, uvoz je dostigao 578,8 4 mln evra, što čini 4,9 odsto ukupnog uvoza, te je ostvaren deficit u spoljnotrgovinskoj razmeni koji je iznosio 195,0 mln evra, uz pokrivenost uvoza izvozom od 66,3 odsto.

Tabela 2. Spoljnotrgovinska razmena u periodu 2013-2017.

Preenting author:
Nataša Govedarica*
Privredna komora Srbije
T: +381 11 33 00 909
M: +381 66 875 1152
E: natasa.govedarica@pks.rs | sumarstvo@pks.rs
Resavska 15 | 11000 Beograd | pks.rs <http://www.pks.rs/>

CELULOZNO-PAPIRNA INDUSTRIJA U NOVOM EKONOMSKO-EKOLOŠKOM OKRUŽENJU: SVET I SRBIJA

PULP AND PAPER INDUSTRY IN NEW ECONOMIC AND ECOLOGICAL ENVIRONMENT - THE WORLD AND SERBIA

Petar Đukić
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

Izvod

Pretpostavke privrednog razvoja u celom današnjem svetu, kao i u našem regionu i Srbiji sve brže se menjaju. Ukupno okruženje više ne liči ni na jedno prethodno. Visok nivo konkurentnosti i snižavanje troškova poslovanja prema sadašnjim trendovima nemaju alternativu. Međutim, ekološko okruženje i performanse održivosti svakog proizvodnog postupka nemaju alternativu. Materijalna i energetska efikasnost, ugljenični otisak i druge ekološke performanse igraju sve važniju ulogu u trasiranju perspektiva industrije celuloze i papira. To može da bude veliko ograničenje, ali takođe i izazov za strukturne promene i naučno-istraživački razvoj.

Ključne reči: *pretpostavke razvoja, novi oblici konkurentnosti, strukturne promene, zaštita životne sredine, energetska efikasnost, materijalni intenzitet proizvodnje, ekonomija zasnovana na znanju.*

Abstract

Suppositions of economic development in today's world, in our region and in Serbia, are in rapid and substantial changes. The whole business environment is different than any previous. High level of competitiveness and diminishing of production costs have no an alternative approach by today's trends. Meanwhile, the natural, economic and technological environment performances of every process could be extremely important. Material and energy efficiency, carbon print and other environmental parameter have more important role in the dosing of pulp and paper manufacture. That could be big limitation, as a challenge for the structural changes and scientific research and technological development.

Keywords*: development suppositions, new form of competitiveness, structural changes, environmental protecting, energy efficiency, material intensity of manufacturing, knowledge based economy.*

UVODNE NAPOMENE

Promene industrijskih tokova u svetu i neposrednom okruženju pokazuju sve su intenzivnije i kompleksnije. One proističu uglavnom iz tehnološke sfere, ali se takođe generišu iz prirodno-geografsko-klimatskih, ekonomsko-političkih i kulturnih pretpostavki globalnog života. Među tim promenama ima i protivrečnih kretanja i veoma rizičnih pojava, ali se sve to uklapa u opštu sliku stanja globalne ekonomije koju karakteriše sledeće:

- brze tehnološke promene podržavaju tržišnu scenu i čine je sve *konkurentnijom*. Ko se brzo i efikasno ne prilagođava globalnim tržišnim zahtevima i konkurenciji brzo će morati da napušta novi konkurentski teren;
- uprkos tehnološkom globalizmu, na globalnom planu stupaju do sada neočekivani procesi zatvaranja, izolacionizma, *atiglobalizma i protekcionizma*. Međutim, uprkos tim promenama globalna ekonomsko-tehnološka međuzavisnost ostaje kao dugoročni zakon današnjeg globalnog poretka;
- ubrzanje klimatskih promena čini globalnu privredu *ekološki veoma senzitivnom* u pogledu strogih ekoloških zahteva koji se tiču uticaja na životnu sredinu i neobnovljive resurse;
- *prirodni resursi* poput vode, mora i okeana, obradivog zemljišta, šuma, prostora, postaju sve *značajniji za dugoročni razvoj* kao podsticaj ili razvojno ograničenje;
- svet postaje *sve rizičniji*, lepeza globalnih rizika raste, uz pretnju da rizici klimatskih promena dobiju izrazite ekonomsko-političke pa i vojno-strateške konsekvence.

1. SVET GLOBALNE KONKURENTNOSTI I NEIZVESNIH RIZIKA

To što se ove 2018. godine očekuje najviša stopa rasta svetske ekonomije (3,7%) nakon više od jedne decenije ne znači da su se ustalile visoke stope rasta i da više nema opasnosti od recesije. Ona se na globalnom planu uskoro verovatno neće pojaviti[1], ali bi lako moglo doći do usporavanja ili čak pada ekonomske aktivnosti u pojedinim regijama usled najrazličitijih razloga i rizika, kao što su regionalne ili lokalne političke turbulencije, prirodne katastrofe, socijalni potresi, novi talasi migracija ili terorizma. U trenutku nastanka ovog rada funkcionišu ratno žarište u Siriji, prethodno Ukrajina, tursko-grčki odnosi, vreli Balkan. Ova interesna igra tiče se ekonomije i politike, kao i tehnološkog razvoja i industrija najvećeg dela zemalja u našem regionu. Iako ni jedna geostrateška analiza ne može da prenebregne te činjenice, sve promene i procesi koji se tiču savremenih industrija ne mogu se staviti pod jedan geopolitički imenitelj. Naime, globalna ekonomsko-tehnološka kretanja govore o tome da se stvari ne mogu pomeriti sa mrtve tačke ukoliko se ne vodi proaktivna industrijska politika.

1.1. Imperativ i evolucija konkurentnosti

Otkako je (2005) Svetski ekonomski forum (WEF) počeo da analizira, prati, rangira i promoviše tzv. globalnu nacionalnu konkurentnost, ne prestaje interesovanje za ovaj sintetički i u velikoj meri veštački pojam koji sadrži prilično širok "set mera, karakteristika i pretpostavki za ostvarenje rasta u dugom roku" (Đukić 2008). Svake godine u izveštaju (WEF) objavljuje se Globalni indeks konkurentnosti (GCI) na osnovu rangiranih kompozitnih indeksa, po osnovu 12 stubova konkurentnosti organizovanih u tri grupe. Prvu grupu čine tzv. *Osnovni zahtevi* koji uključuju stubove (1) Institucije, (2) Infrastrukturu, (3) Makroekonomsku stabilnost, (4) Zdravstvo i primarno obrazovanje. Drugu grupu čine tzv. *Faktori povećanja efikasnosti*, odnosno stubovi: (5) Visoko obrazovanje i obuka, (6) Efikasnost tržišta dobara, (7) Efikasnost tržišta rada, (8) Razvijenost finansijskog tržišta, (9) Tehnološka spremnost i (10) Veličina tržišta. Treću grupu predstavljaju *Faktori inovativnosti i sofisticiranosti,* ukupno dva stuba, (11) Sofisticiranost poslovanja i (12) Inovacije. (Đukić, 2008, str. 215-23).

Svi faktori konkurentnosti ne potiču iz ekonomske sfere, ali se od 12 prvobitnih stubova konkurentnosti svi su i dalje u igri. Nacionalne privrede se nesmanjenom žestinom trude da povećavaju efikasnost i efektivnost proizvodnje, u stalnom nastojanju da smanje utrošak materijala i energije po jedinici proizvoda kao i ugljenični intenzitet. Pri tome investicije i zapošljavanje postaju u sve većoj meri "zeleni" a mnoge zemlje razvijaju razne tehnike kako bi se ostvarile model tzv. cirkularne ekonomije. Sve to upućuje na jedan do sada neviđen kompleks delom protivrečnih zahteva koji se stavljaju pred učesnike na tržištu i u vezi sa njim. Kako izaći na kraj sa svim tim zahtevima i očekivanjima?

Tabela 1. Rang zemalja prema Indeksu globalne konkurentnosti (2007-2017.)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Srbija	91	85	93	96	95	95	101	94	94	90	78
Albanija	109	108	96	88	78	89	95	97	93	80	75
BiH	106	107	109	102	100	88	87	n.a. *	111	107	103
Hrvatska	57	61	72	77	76	81	75	77	77	74	74
Makedonija	94	89	84	79	79	80	73	63	60	68	n.a.*
Crna Gora	82	65	62	49	60	72	67	67	70	82	77
Rumunija	74	68	64	67	77	78	76	59	53	62	49
Bugarska	79	76	76	71	74	62	57	57	54	50	49
Slovenija	39	42	37	45	51	56	62	70	59	56	48

Podaci iz različitih dokumenata GCI WEF.

**Usled nemogućnosti za prikupljanja podataka, izostavljene su vrednosti za BiH 2014. kao i za Makedoniju 2017.*

[1] Stopa rasta ostvarena 2017. oko 3,5% još uvek nije na "istorijskom nivou", ali je perspektivno obećavajuća. (WEC). Izuzetno se može desiti nova globalna finansijska kriza (da svetske berze krenu sve na dole) ukoliko bi se ostvario veliki finansijski potres usled udara kriptovaluta, posebno bitkoina. Tako nešto najvili su stručnjaci za globalne finansije, krajem aprila 2018.

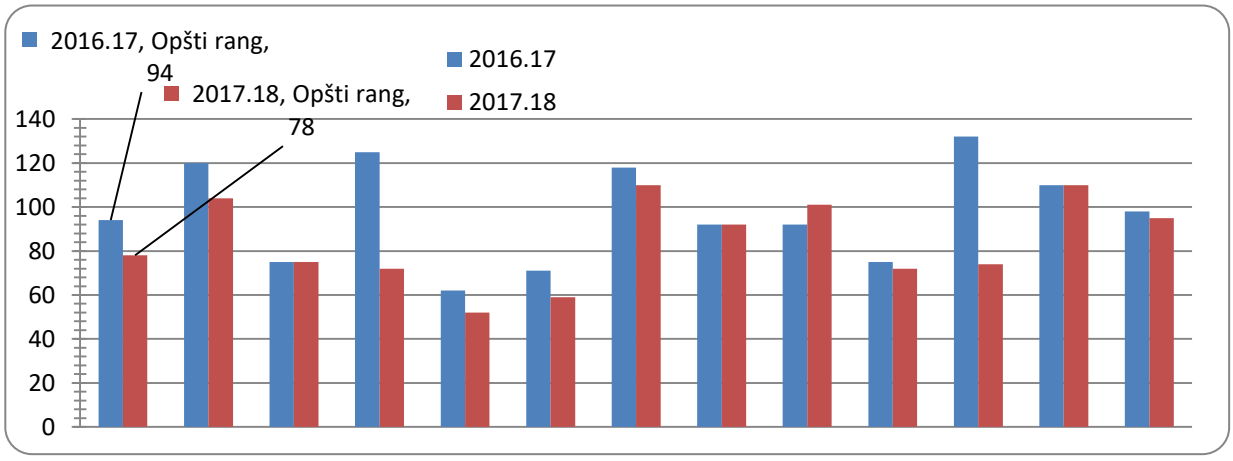
Radi pojašnjenja uporedivih podataka za ovu priliku treba navesti da je rangiranje napravljeno na osnovu svih podataka sintetičkim rangom koji pokazuje niži broj ukoliko je zemlja konkurentnija i obrnuto. Inače na globalnoj tabeli već nekoliko godina zaredom vodi Švajcarska, iza koje sledi Singapur, a treće mesto trenutno zauzimaju SAD. Izveštaj za ovaj period obuhvatao je različit broj zemalja, najmanje za 2007. (131); najviše za 2012. (148).

Pregled srednjoročnih tokova i ocena globalne konkurentnosti pokazuje da se relativna pozicija Srbije od 2007. do 2013. pogoršavala (pad sa 91. na 101. mesto - tabela 1.) da bi kasnije lagano napredovala. Sada Srbija od ukupno od 137 rangiranih zemalja zauzima generalno 78. poziciju. Međutim, to je prilično slaba uteha, s obzirom na činjenicu da su Srbija i Crna Gora zajedno još 2007. godine već bile na toj globalnoj poziciji. Relevantan primer je položaj Albanije koja je se nalazila na 109. mestu početkom perioda (2007) da bi napravila napredak za više od 30 mesta, dospevši danas na 75. mesto, jedno iznad Srbije. U neposrednom okruženju jedino Bosna i Hercegovina ima permanentno slabije pokazatelje globalne konkurentnosti nego Srbija.

U Srbiji kriza je samo učinila očiglednim hronične makro i mikro ekonomske protivrečnosti: od rasta zasnovanog na neodrživoj potrošnji i prilivu neponovljivih sredstava od stranih investicija i privatizacije, do enormnog porasta javnog duga. Najviše ipak brine činjenica da su najslabije ocenjeni stubovi konkurentnosti za Srbiju po tradiciji one dugoročne determinante kao što su: institucije, infrastruktura, uloga tržišta rada i tržišta dobara. Začarani krug ekonomskih pretpostavki glasi: nizak dohodak - loše institucije - ne*efikasnost tržišta dobara i tržišta rada* - nedovoljan endogeni tehnološki napredak - niska poslovna i radna kultura - još slabije institucije – i dalje nizak dohodak.

1.2. Konkurentnost privrede Srbije u kratkom roku

Kratkoročni pokazatelji za protekle dve godine pokazuju da se gotovo svi pokazatelji stanja konkurentnosti Srbije, po "stubovima" lagano popravljaju posebno makroekonomsko okruženje, obim tržišta kao i efikasnost tržišta dobara (slika 1). To je dobar, ali nedovoljno upotrebljiv signal za ostvarene i poželjne promene. Izuzetak je samo stanje sofisticiranosti poslovanja - pokazatelj istovetan za dve protekle godine.



Slika 1. Pokazatelji globalne konkurentnosti za Srbiju, od ukupno 137 rangiranih zemalja na osnovu godišnjih izveštaja WEF za 2015/16 i za 2017/18 (Izvor: WEC GCI za 2016/17 i za 2017/18, pristup 31. mart 2018.)

Treba imati u vidu da svih 12 stubova konkurentnosti ne donose isti broj poena u vrednovanju zbira konkurentnosti iz razloga što se Srbija svrstava u zemlje srednje razvijenosti prema vrednosti BDP po stanovniku. Ključni pokretači njene konkurentnosti su stubovi iz grupacije I: „faktori povećanja efikasnosti“. Pri obračunu ukupne vrednosti indeksa globalne konkurentnosti, ovi osnovni zahtevi učestvuju sa 40%, faktori povećanja efikasnosti (II grupa sa 50%) dok faktori "inovativnosti i sofisticiranosti" učestvuju sa 10% u ukupnom indeksu (Tanasković, Ristić, 2018, str. 1).

1.3. Zahtevi iz tehnološke sfere: konkurencija i konkurentnost

Globalni ekonomski i tehnološki poredak učinio je da svet postane globalan: celovit, nedeljiv, međuzavisan, skoro po svim dimenzijama. Protiv takve izvorne globalizacije (pre svega tehnološke)

verovatno neće biti uspešan ni jedan tip savremenog protekcionističkog antiglobalizma, ekstremizma ili nacionalizma, čije je „povampirenje“ danas prisutno širom sveta (Đukić 2017). Na to ukazuje i činjenica da zemlje sve više teže da budu rangirane po nekom kriterijumu na manje ili više uspešne i spremne za međunarodnu tržišnu utakmicu – konkurenciju. Zbog nesporazuma oko korena reči veoma je bitno razlikovati ove dve samo naizgled slične kategorije. Konkurencija je po definiciji borba dva ili više rivala oko istih ciljeva. Takva borba je dobrodošla jer pogoduje ekonomskoj efikasnosti, interesima potrošača i tehnološkom progresu. Zato se teži obezbeđenju uslova za konkurenciju: tržište, slobode, kao i institucije zaštite sloboda i održivih pravila igre. Podsticanjem konkurencije obezbeđuju se konkurentni uslovi, kako bi učesnici konkurencije postali spremniji za nastup na domaćem i međunarodnom tržištu (Đukić 2009). Pojednostavljeno rečeno, konkurencija je utakmica, a konkurentnost je stanje, odnosno rezultat konkurencije. Konkurentan je onaj učesnik, takmac koji je na višem mestu na takmičarskoj „tabeli“ i koji ima pretpostavke za opstanak i razvoj na tržištu u dužem roku. Konkurentna u celini je ona ekonomija koja je pripremljena za međunarodnu utakmicu.

Uslov međunarodne konkurentnosti je unutrašnja konkurentnost, odnosno proces slobodne konkurencije, koji se proteže sa ekonomskog na politički teren (preko slobode izbora) i sa posebnim akcentom na tehnološku sadržinu. Naime, bez tehnološki konkurentne ekonomije, nema nikakve druge suštinske konkurentnosti. Srećna okolnost je "princip prelivanja tehnologije", odnosno svojstvo širenja pozitivnog uticaja novih tehnologija čiji se uticaji rasprostiru svetom mnogo brže nego što ljudi očekuju. Jedna od osnovnih pretpostavki tehnološke konkurentnosti je preduzetnička orijentacija privredne i industrijske politike, pri čemu se oslobađa ona čuvena Šumpeterova "kreativna destrukcija"[2], kategorija koja je prvi put u literaturi pomenuta 1944. a koju i danas kao zahtev globalne konkurentnosti podvlači Svetski ekonomski forum (WEF 2018, p. 3).

1.4. Zahtevi inkluzivne održivosti

Na ovom mestu neophodno je skrenuti pažnju na promene koje su uočljive u najnovijim izveštajima Svetskog ekonomskog foruma. Reč je nove bitne činjenice koje danas oblikuju globalnu konkurentnost ali istovremeno postaju novi izazov za svet u celini:

- velike disproporcije u opštoj preraspodeli koristi od globalnog ekonomskog napretka (porast dohodne i drugih nejednakosti, posebno u naprednim ekonomijama). To znači da sve zemlje nemaju vidljivo poboljšanje od progresa;
- povećanja intenziteta ekološke degradacije i preterane upotrebe prirodnih resursa, uprkos globalnim inicijativama i akcijama za klimu i očuvanje prirode;

Sve to ostavlja utisak da industrijska i razvojna politika, poslednjih decenija u većini zemalja nije služila građanima niti društvu u celini, već odabranim subjektima, delovima društva i poslovnog sveta.

Šta to sve može da uslovljava? Na to pitanje WEF odgovara da su pre svega u pitanju tehnološki progres koji proizvodi diskontinuitet, tako da je budućnost veoma neizvesna. Najveći izazov ekonomskog rasta je motiv da služi ljudskoj i društvenoj dobrobiti, pre svega humanoj i ekološkoj. To podrazumeva napredak obrazovanja, javnog zdravlja, kulture, prevenciju socijalne patologije, viši nivo sigurnosti ljudi, smanjenje siromaštva, kao i ekološka održivost, a da pri tome obezbeđuje viši realni dohodak i podiže životni standard. To ni u kom slučaju nije lak zadatak, čak ni za analizu i merenje. Ipak, napredak metodologije omogućava da se u svetlu analize konkurentnosti i održivog privrednog razvoja danas može procenjivati čiji je ekonomski rast i privredni razvoj u većoj meri održiv. U tom smislu definisan je dodatni kompozitni pokazatelj održivosti, koji je u svetlu novih analiza Svetskog ekonomskog foruma nazvan indeksom inkluzivnog razvoja (IDI).

U izveštaju 2017. u pokušaju da se definiše indeks inkluzivnog razvoja uvedene su analitičke kategorije multidimenzionalnog razvoja, koji podrazumeva ne samo rast BDP, već i udeo srednjeg dohotka domaćinstava, prevencija siromaštva i ekstremne nejednakosti, međugeneracijsku pravdu i odnos prema

[2] "Kreativna destrukcija" je sintagma koju je Jozef Šumpeter skovao i prvi upotrebio u knjizi "Kapitalizam, socijalizam, demokratija", naglašavajući razliku između menadžmenta, kao veštine uspešne organizacije; i preduzetništva pod kojim je podrazumevao inovativni i ponekad "rušilački" poriv preduzetnika koji teži da "menja prevrće, dezorganizuje" ali pri tome uvek uvodi inovacije bez kojih nema ni ekonomskoh napretka, odnosno strukturnih promena. Ovu sintagmu je kasnije dalje uspešno primenjivao američki teoritičer nemačkog porekla Peter Drucker, u knjigama "Inovacije i preduzetništo-praksa i principi" (naš prevod, Privredni pregled, Beograd 1993), kao i knjiga " Postkapitalističko društvo" (Grmeč - Privredni pregled, Beograd 1996).

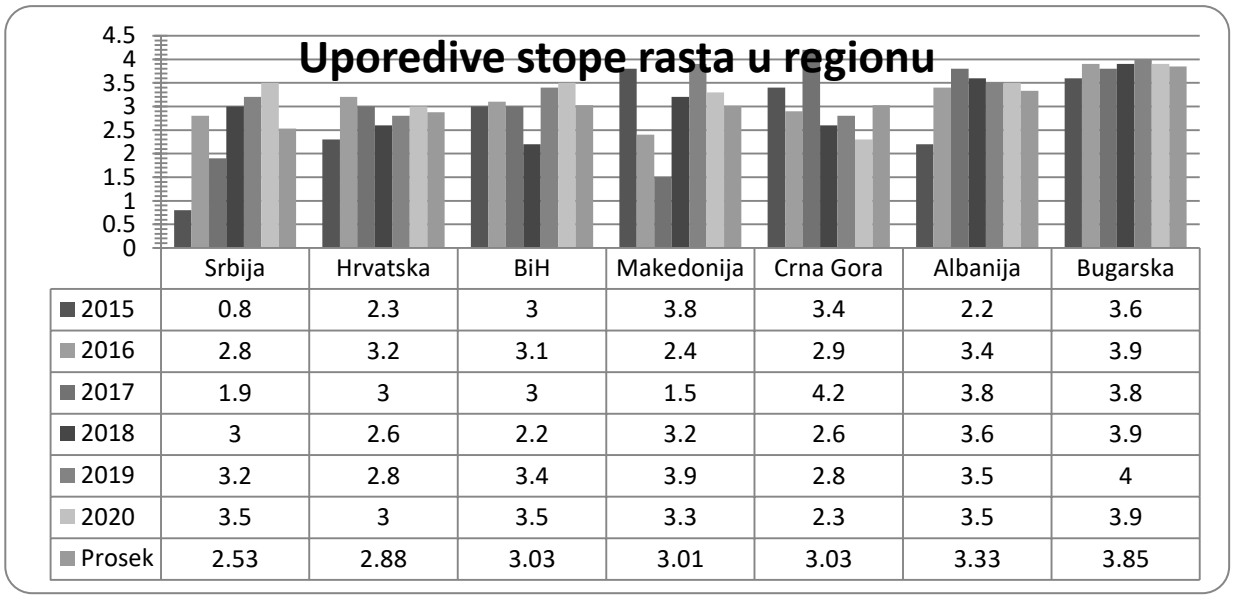
mladima, oduzimanje neto gubitaka od zagađenja ili iscrpljivanja prirodnih resursa, demografska održivost, tokovi prirodnog i humanog kapitala, kretanje javnog duga, kao i ugljenični otisak. Takva nova kompozitna analiza konkurentnosti pokazala je da su pojedine ekonomije znatno uspešnije u ostvarenom IDI nego prema ostvarenom GDP *per capita* (Kambodža, Češka, Novi Zeland, Republika Koreja, Vijetnam) dok su druge zemlje koje su pokazivale viši GDP *per capita,* u ovoj analizi pokazale daleko niži IDI (Irska, Japan, Južna Afrika, Meksiko i dr.)

Šta je neophodno da bi se popravila konkurentnost, kao i inkuzivna održivost današnjih privreda? Prema preporuci WEF to je "paralelni rad svih faktora" u okviru svih stubova konkurentnosti, i to tako što bi se ostvarila daleko bolja saradnja donosilaca političkih odluka, privatnih kompanija i biznis lidera, akademske zajednice, kao i svih socijalnih aktera. (WEF 2017). Ovo izgleda nemoguće, ali samo u varijanti u kojoj se ne poznaje ili ne priznaje antički princip sinergije, kao i kategorija „društvene odgovornosti". Mada ima ekstremno liberalnih autora koji poriču bilo kakvu opštu odgovornost biznisa, izuzev ostvarivanjea profita, iskustva širom sveta govore drugačije[3]. Preostaje i da se princip društvene odgovornosti proširi sa poslovne sfere, na sferu rada, naučnih istraživanja, kulture, sporta i zdravlja, turizama, poljoprivrede. Smatramo da period šireg prodora društvene odgovornosti, kao i šire primene pokazatelja inkluzivnog (održivog) razvoja nije daleko pred nama.

2. PROIZVODNJA PAPIRA I CELULOZE

2.1. Podsticaji globalne ekonomske aktivnosti

Pored ključnih odrednica opšteg ekonomskog karaktera na koje je već skrenuta pažnja na ovom skupu prethodnih godina, a umesto ponavljanja teze da je u današnjem svetu sve prilično neizvesno pa i intenzitet i trajanje sadašnje skromne konjukture, valja naglasiti nešto što bi moglo da bude od značaja kao opšta determinanta ekonomskih i tehnoloških tokova.



	Srbija	Hrvatska	BiH	Makedonija	Crna Gora	Albanija	Bugarska
2015	0.8	2.3	3	3.8	3.4	2.2	3.6
2016	2.8	3.2	3.1	2.4	2.9	3.4	3.9
2017	1.9	3	3	1.5	4.2	3.8	3.8
2018	3	2.6	2.2	3.2	2.6	3.6	3.9
2019	3.2	2.8	3.4	3.9	2.8	3.5	4
2020	3.5	3	3.5	3.3	2.3	3.5	3.9
Prosek	2.53	2.88	3.03	3.01	3.03	3.33	3.85

Slika 2. Srednjoročni tokovi ekonomske aktivnosti zemalja u regionu sa projekcijama Svetske banke do 2015-2020.

Svetska ekonomija po definiciji mora imati niže stope rasta u vremenu konjukture u odnosu na male ekonomije, pogotovo one zaostale u pogledu rasta usled slabo izvedenih reformi i neprilagođenosti, kakve su

[3] Možda je najbolji primer za gotovo fantastičan projekta koji se realizuje u okviru centra za multidisciplinarne studije BU, već nekoliko godina. Reč je o uzgajanju modrozelenih algi koje u određenim okolnostima mogu da proizvedu disproporcionalne količine masti kao potencijalnog obnovljivog biogoriva, kojim bi se cena biodizela mogla smanjiti čak za 20%. Sponzor onog domaćeg naučnog "zelenog" projekta je ovde zloglasna vojno-politička alijansa NATO. Coca Cola je takođe nosilac brojnih ekoloških inicijativa pa i finansijer projekta "Zaštita gornjeg Podunavlja" kojim je u Srbiji ostvareno još jedno retko područje biosfere.

privrede balkanskih zemalja. Na grafikonu sa slike 2. može se primetiti da su prosečne stope rasta za period 2015-2010 svih prikazanih balkanskih zemalja izuzev Bugarske niže u odnosu na globalni rast, što je veoma zabrinjavajuće, pogotovo imajući u vidu prethodno stanje, nasleđa i urušavanja ekonomske strukture. Srbija i Hrvatska će za ceo šestogodišnji period imati najniže stope rasta, dok će Albanija, ne računajući Bugarsku biti rekorder, sa takođe skromnom prosečnom stopom rasta od 3,3%. Udeo gotovo svih ovih zemalja u svetskoj ekonomiji, izuzev Albanije se smanjuje se čak dugoročno gledajući. Prema podacima Svetske banke udeo Srbije i Hrvatske se u svetskom BDP pao je sa oko 1 promila početkom XXI veka na 0,9 promila 2015 (Đukić 2017 b).

2.3. Industrija celuloze i papira

Industrija celuloze i papira u svetu i Srbiji tesno je međusobno povezana, kako u smislu tehnološke međuzavisnosti tako i usled uslovljenosti generalnom tražnjom novih proizvoda na svetskom ni regionalnom nivou. Ne može se očekivati napredak bilo koje nacionalna pa i regionalne industrije bez napretka u širem regionu ili u okruženju. Konfederacija evropske papirne industrije (CEPI) pokazuje da su njene članice neprekidno od 2010. do 2017. povećavale proizvodnju za 1,5% godišnje, kao i da je proizvodnja 2017. iznosila oko 92 miliona tona. Svetska proizvodnja ostaje visoka sa oko 420 miliona tona godišnje, u Japanu i SAD proizvodnja je stabilna, dok je u Kanadi, Južnoj Koreji i Indiji ciklično smanjena. Kineska proizvodnja rapidno raste čak 4,7% u 2017. i oko 2,9% prethodne godine, dok Brazil i Rusija beleže snažan rast. (CEPI 2017).

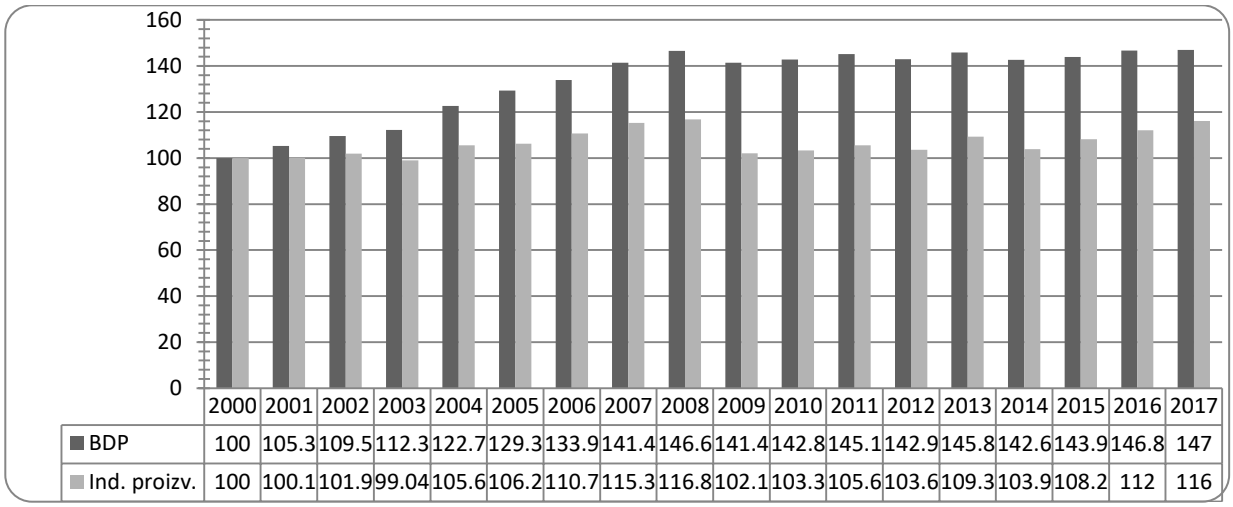
Imajući u vidu izglede za konjukturu u srednjem roku, moglo bi se (sa oprezom) pretpostaviti da za ovaj industrijski sektor sledi relativno povoljna perspektiva i za naredno petogodište.

3. INDUSTRIJA SRBIJE: KRATKOROČNI TRENDOVI I PERSPEKTIVE ICP

Godine 2008. godine BDP u Srbiji bio je kumulativno uvećan za 47%, a industrijska proizvodnja za 17% u odnosu na 2000. Međutim, BDP Srbije je samo za 2% veći (indeks 149,6) dok je industrijska proizvodnja još uvek za polovinu procenta niža u odnosu na 2008. Poređenje današnje ekonomske aktivnosti Srbije sa stanjem maksimalne (davne 1986.) još u vreme bivše SFRJ daje veoma deprimirajuću sliku. Sadašnja nivo uporedivog BDP, iznosi svega ko 71% u odnosu na onaj od pre tri decenije, dok je industrijska proizvodnja još uvek na polovini prethodno postignutog maksimuma u vreme socijalizma.

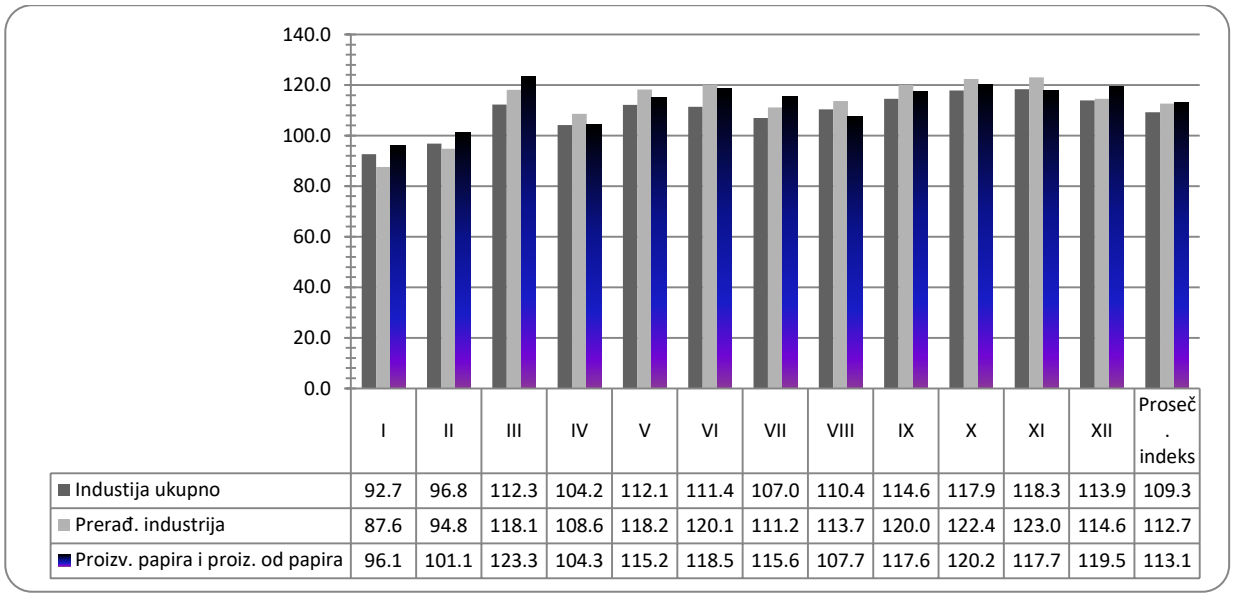
Razume se da su ovi podaci nedovoljno kvalitativno uporedivi, usled restrukturiranja ekonomske aktivnosti do koje je došlo u čitavom svetu. "Dematerijalizacija" proizvodnje donela je daleko veće učešće i brži rast sektora usluga u odnosu na tradicionalno shvaćenu industriju. Od današnje industrije moglo bi se očekivati da se u modernizovanim uslovima posmatra i deluje objedinjeno sa IT sektorom, naučno-istraživačkom delatnošću, inovativnim poslovima koji donose ogromne i brze, mada nedovoljno izvesne rezultate. U srednjem i dugom roku posmatrano, industrija Srbije se još "podiže iz pepela". U tom smislu, stanje se nije bitno promenilo ni u ocenu potpisnika ovog teksta iz prethodnih godina savetovanja CPAG (Đukić 2017a). Pojednostavljena konstatacija govori da je u kritičnim momentima (raspad tržišta, sankcije, hiperinflacija, tranziciono prestrojavanje, svetska kriza) industrija Srbije u većim problemima, izložena većim oštećenjima i drastičnijoj kontrakciji, kao i da u slučaju konjukture doživljava niše stope rasta u odnosu na ulaznu ekonomsku aktivnost.

Za naše potrebe valja analizirati stanje prerađivačke industrije u odnosu na ostale sektore kao i posebno granu statističke oblasti 17. „proizvodnja, papira i proizvoda od papira“.



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
BDP	100	105.3	109.5	112.3	122.7	129.3	133.9	141.4	146.6	141.4	142.8	145.1	142.9	145.8	142.6	143.9	146.8	147
Ind. proizv.	100	100.1	101.9	99.04	105.6	106.2	110.7	115.3	116.8	102.1	103.3	105.6	103.6	109.3	103.9	108.2	112	116

Slika 3. Dugoročna makroekonomska kretanja u Srbiji (BDP i industrrijska proizvodnja, (2000=100)



	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Proseč. indeks
Industija ukupno	92.7	96.8	112.3	104.2	112.1	111.4	107.0	110.4	114.6	117.9	118.3	113.9	109.3
Prerađ. industrija	87.6	94.8	118.1	108.6	118.2	120.1	111.2	113.7	120.0	122.4	123.0	114.6	112.7
Proizv. papira i proiz. od papira	96.1	101.1	123.3	104.3	115.2	118.5	115.6	107.7	117.6	120.2	117.7	119.5	113.1

Slika 4. Bazni indeksi indusrijske proizvodnje, prerađivačke industrije i proizvodnje papira i proizvoda od papira tokom 2017 (2015=100). Izvor ZZS

Domaća celulozno-papirna industrija, sudeći po obimu proizvodnje od papira i proizvoda od papira, deli sudbinu ostale prerađivačke industrije, pa i industrije uopšte (Slika 4). Ako se kao bazni indeks izme prosek iz 2015, onda je prosečni indeks proizvodnje papira i proizvoda od papira za 0,6 indeksnih poena veći od pređivačke industrije i za skoro 2 indeksna poena od indeksa industrije u celini.

4. ZAKLJUČCI: INDUSTRIJE PAPIRA PRED IZAZOVIMA SVE BRŽIH PROMENA NOVOG TEHNOLOŠKOG DOBA

Zvanične vrednosti uvoza i izvoza pokazuju da je sadašnja pokrivenost vrednosti uvoza ukupnom vrednošću izvoza dostigla rekord od 85%, što je dobar trend za budućnost, ali sa veoma neizvesnim strukturnim konsekvencama pre svega po kvalitet proizvodnje. Priliv direktnih stranih investicija u zemlju se povećava iz godine u godinu, da bi prošle 2017. dostigao 2,4 milijarde evra. To je samo relativno dobra vest, ali je u pogledu kvaliteta tih investicija, kao i troškova rada odnosno cene podrške ulog za te investicije prilično upitan. Podsticaji stranih investitora koji se orijentišu prema bilo kom radnom mestu, pokazuju da je sklonost ka zapošljavanju kadrova za "motanje kablova" kako se to najčešće metaforički prikazuje veoma snažan motiv za ulaganje. Šta više nisko-tehnološki rad sa prilično teškim uslovima.

Poznato je da je Evropa stari kontinent sa svim posledicama svoje vremešnosti, pa i onim ekološkom. Evropa danas nema dovoljno prostora, mineralnih izvora, vode i čistog vazduha, šuma i drugih ekosistema. Šumovitost Evrope je oko 27%, dok je za dobru razmenu i strukturu vazduha neophodno oko 40%. Pri tome treba imati u vidu da se ipak današnje stanje poboljšava. Uprkos degradaciji koja potiče od poljoprivrede, industrije, saobraćaja, infrastrukture, posebno gradnje, između 2005 i 2015 evropske šume su se povećale za oko 44000 km^2 što je površina jedne Švajcarske. To znači da svake godine površina pod šumama povećavana za oko 1500 fudbalskih stadiona. To je dobra vest.

Stanje industrije celuloze i papira u svetu danas je pred ustaljenim i poznatim zadacima koji se tiču održivosti u integralnom smislu. Svi projekti moraju da izdrže test ekonomičnosti, zelene održivosti i inkluzivnosti u socijalnom i humanom smislu. Svetski ekonomski forum definisao je novi indeks razvojne inkluzivnosti. Prilično je izvesno da će taj indeks uskoro biti dominantan u prikazivanju referentnih konkurentskih prednosti nacionalnih i regionalnih ekonomija.

Evropska industrija papira prezentovala je revidiranu verziju svoje strategije *2050 Roadmap*. U njoj je trasiran put kojim bi se obezbedile investicije za smanjenje emisije ugljeničnih jedinjenja čak za 80%. Uz kreiranje 50% veće dopdate vrednosti. To podrazumeva čak 44 milijarde evra dodatnih ulaganja što je povećanja za 40% u odnosu na sadašnji nivo. Sve to u cilju transformacije industrije Evrope koka bi vodila ka niskougljeničnoj bioekonomiji do 2050. (CEDU 2018)

Srbija i njeno današnje ekonomsko i tehnološko okruženje najtešnje su povezani sa praskom Evropske unije. Industrije u nas najvećim delom vuku tradiciju najtešnje tehnološke saradnje sa Nemačkom i Italijom. Tako je i sa industrijom papira, pakovanja i celuloze, koja je pod posebnom je prismotrom kao korisnik prirodnih resursa.Godine 2014. Austrija, Danska, Belgija, Nemačka, Holandija i Švedska saopštile su da više nemaju odlaganje otpada na deponijama, dok Kipar, Hrvatska, Grčka, Litvanija i Malta još uvek deponuju više od tri četvrtine svog komunalnog otpada. Mada je upravljanje otpadom znatno unapređeno u EU poslednjih decenija, još uvek manje od polovine se reciklira ili kompostira, uz velike razlike država članicama.

Planovi su prilično ambiciozni. Nema sumnje da EU predvodi u u akciji za klimu i u svim merama očuvanja resursa i prirodnog okruženja. Njene strategije imaju sasvim konkretnu sadržinu koja se tiče ekonomije, tehnoloških rešenja, zakona, kulture. Održivi razvoj će, bez sumnje kao koncept dobijati nove sadržaje. Njegove ključne naznake danas su prepoznatljive u formuli *inkluzivnog, pametnog i zelenog rasta*, što će reći (ekološki) usaglašenih tehnologija, tzv. "zelenih" radnih mesta, kao i socijalno uravnoteženog (inkluzivnog) privrednog razvoja. Mada još uvek nema dovoljno saglasnosti o tome šta sve podrazumeva održivi razvoj, posebno kada je reč o njegovoj ekološkoj komponenti, održivost kao pojam prisutan je u svim sektorskim politikama. Tako će i održiva energetika, posebno energetska efikasnost, novi (zeleni) materijali i zelena infrastruktura obeležiti decenije koje dolaze.

Regionalna papirna i celulozna industrija pokazuju izvesnu vitalnost koja je na dobrom putu da zadobije povoljnije mesto. Verovatno najveći konkurentski nedostatak svih naših industrija je ekonomija obima, tačnije rečeno nedovoljna ukrupnjenost proizvodnih kapaciteta i isporuka, male serije za ograničena tržišta. To je istovremeno i hendikep za tehnološke inovacije koje bi se morale orijentisati ka daleko većim i finansijski značajnijim projektima. Balkan u celini nije baš malo ekonomsko područje niti tržište jer objedinjuje bar 50 miliona potrošača. To je zavidan potencijal za kooperaciju koja bi donela nova rešenja i standarde, kako ekonomske tako i one ekološke, koji se tiču vitalnosti sektora na dugi rok.

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

CEPI (2017) *Preliminary Statistics 2017*, http://www.cepi.org/publication/preliminary-statistics-2017

CEPI (2018), *The forest fibre and paper industry in 2050, Roadmap to a low-carbon bioeconomy*, Investing in Europe for Industry Transformation, http://www.cepi.org/Investment2050Roadmap

Drucker P., (1993), "Inovacije i preduzetništvo-praksa i principi" (naš prevod) Privredni pregled, Beograd

Drucker P., (1996), *Postkapitalističko društvo*, prevod na srpski, Grmeč - Privredni pregled, Beograd

Đukić M. P., (2008), „Jačanje tržišta i zaštita konkurencije u Srbiji“, u tematskom zborniku Kopaonik biznis foruma 2008, *Tranzicija, dostizanje EU i povezane teme*, Savez ekonomista Srbije i Udruženja korporativnih direktora Srbije, Beograd, (ur. D. Đuričin et al.), str. 215-223

Đukić M. P., (2017a), "Strateško repozicionianje industrija celuloze i papira u Srbiji - kao održivosti ", *XXI međunarodni simpozijum iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike*, zbornik radova, Zlatibor 13-16. jun 2017, Tehnološko metalurški fakultet, Univerziteta u Beogradu i Centar celulozno papirne, ambalažne i grafičke industrije Srbije, str. 99-107

Đukić, M. P, (2018), "Kvalitet ekonomskog rasta i perspektive institucija u Srbiji“, Savetovanje, NDES, 22. decembra 2017, *”Ekonomska politika Srbije u 2018. godini. Kvalitet institucija i ekonomski rast”* (red. A. Praščević), Naučno društvo ekonomista Srbije i Ekonomski fakultet u Beogradu, (str. 163-174),

Đukić, M. P., (2017), " Ekonomski nacionalizam - institucionalna i stvarna globalizacija", u tematskom zborniku radova *Globalizacija i izolacionizam*, (Ur. odbor: Veselin Vukotić, Danilo Šuković, Mirjana Rašević, Zoran Lutovac, Vladimir Goati), Institut društvenih nauka Beograd, str 91- 100.

IMF (2018), *World Economic Outlook Update, Brighter Prospects, Optimistic Markets, Challenges Ahead*, January 2018 https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2018/01/11/world-economic-outlook-update-january-2018

Tanasković S, Ristić B., (2018), "Konkurentska pozicija Srbije u 2016. godini prema, Izveštaju Svetskog ekonomskog foruma", FREN, Srpska asocijacijam menadžera,

Presenting author:
Petar Đukić, full professor
Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade,
Karnegijeva 4
Beograd
Srbija
E-mail: *djukic@tmf.bg.ac.rs*

NANOCELLULOSE IN PAPERMAKING

NANOCELLULOSA U PROIZVODNJI PAPIRA

Janja Juhant Grkman[1], Bojan Borin[2], Ida Poljanšek[3], Matjaž Kunaver[4]
[1]Pulp and Paper Institute, Ljubljana, Slovenia
[2]Papirnica Vevče, Ljubljana, Slovenia
[3]University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Ljubljana, Slovenia
[4]National Institute of Chemistry, Ljubljana, Slovenia

Abstract

Nowadays, the biomass in world usage is undervalued and used mostly for energy recovery. Through the cascading use of the biomass with modern technologies, new range of bio-based products can be obtained and later on used in the papermaking process.

The program Cel.Cycle focuses on development of cellulose fiber based materials with improved or new functionalities, which can be obtained with environmentally acceptable additives, processed from the biomass, or by using advanced technologies. One of the promising materials in papermaking is also nanocellulose, obtained from different lignocellulosic biomass. Addition of nanocellulose influences on the barrier and mechanical properties of the paper and paperboard and consequently on the printability properties.

This research is focused on the use of different nanocellulose in fiber suspension and their influence on the mechanical properties of the paper.

***Keywords**: nanocellulose, paper, mechanical properties*

Izvod

U današnje vreme primena biomase u svetu je potcenjena i ona se uglavnom koristi za dobijanje energije. Kaskadnom primenom biomase sa modernim tehnologijama mogu se dobiti novi bio-proizvodi, koji se, zatim, mogu koristiti za proizvodnju papira.

Program Cel.Cycle fokusiran je na razvoj celuloznih vlaknastih materijala sa novim funkcinalnostima, koje se mogu dobiti procesiranjem iz biomase sa ekološki prihvatljivim aditivima, ili naprednim tehnologijama. Jedan od obećavajućih materijala za prozvodnju papira je nanoceluloza, dobijena od različitih lignoceluloznih biomasa. Dodatak nanoceluloze utiče na barijerna i mehanička svojstva papira i kartona i, dalje, na njihovu pogodnost za štampanje.

Ovo istraživanje fokusirano je na primenu raznih vrsta nanoceluloze u suspenziji vlakana i na njihov uticaj na mehanička svojstva papira.

***Ključne reči**: nanoceluloza, papir, mehanička svojstva*

1. INTRODUCTION

Chemical structure of wood is very complex. It is composed of cellulose, hemicellulose and lignin, which present around 80% of wood biomass. Cellulose is one of the most plentiful polymers on the planet. The basic repeat unit contains two anhydroglucose rings joined via the β-1,4 glycosidic linkage. Furthermore, 30–40% cellulose polymer chains aggregate into microfibrils (also referred to as elementary fibrils). Within each of these microfibrils, there are regions, where the cellulose chains are arranged in highly ordered structures (crystalline), and regions that are disordered (amorphous) [1].

Research on micro/nano fibrillated cellulose and nanocrystalline cellulose has increased since 2000. By definition, nanocellulose has at least one dimension less than 100 nanometers in size, either diameter or length. Nanocellulose has great potential in composite material, nonwovens, cosmetics, food products and in paper industry where it can be used as an additive in papermaking or as an additive in coating color.

This work was focused on testing commercial nanocellulose and nanocellulose produced in Slovenia (University of Ljubljana, Biotechnical Faculty and at National Institute of Chemistry) obtained from Slovenian biomass as an additive in papermaking to improve mechanical properties of the paper.

2. EXPERIMENTAL

Production of nanocrystalline cellulose

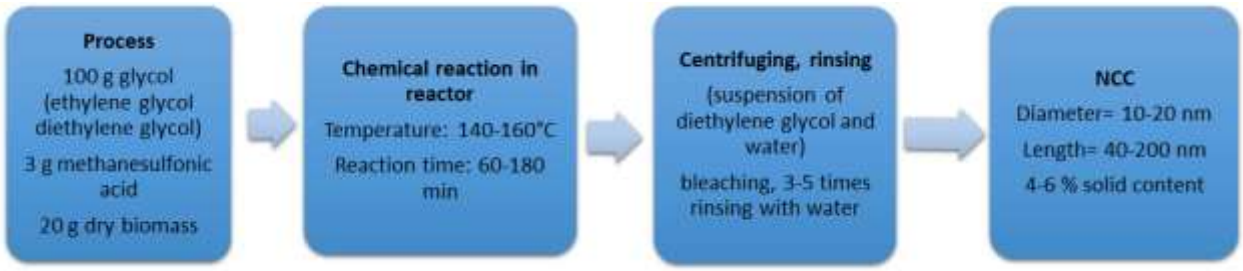


Figure 1: Production of nanocrystalline cellulose, prepared at National Institute of Chemistry

Production of nanofibrillated cellulose

Figure 2: Production of nanofibrillated cellulose, isolated at University of Ljubljana, Biotechnical Faculty

The goal of the research was to improve mechanical properties of the paper with different amount of commercial or Slovenian produced nanocellulose.

Research was divided in to four parts:

- laboratory sheets made from fibers with different amount of commercial nanocellulose
- laboratory sheets made from fibers with different amount of commercial nanocellulose and filler
- laboratory sheets made from fibers with different amount of Slovenian nanocellulose and filler
- influence on paper with different amount of cationic and anionic retention agents in fiber suspension with 3% of nanocellulose

Laboratory sheets made from fibers with different amount of commercial nanocellulose

The goal of the first research was to improve mechanical properties of the paper with different amount of commercial nanocrystalline cellulose from Blue Goose Biorefiners (NCC-BGB) and nanofibrillated cellulose from Paperlogic (NFC-515).

In fiber suspension (eucalyptus/conifers in ratio 80/20, milled to SR 30°), 1%, 3% and 5% of NFC-515 and NCC-BGB was added together with cationic retention agent Percol 3035 (0,1%) from Allied Solutions. Mechanical and optical properties were measured on laboratory sheets.

Laboratory sheets made from fibers with different amount of commercial nanocellulose and filler

The goal of the second research was also to improve mechanical properties of the paper with addition amount of commercial nanocrystalline and nanofibrillated cellulose.

In fiber suspension (eucalyptus/conifers in ratio 80/20, milled to SR 30°), 1%, 3% and 5% of NFC-515, NCC-BGB was added together with 20% of calcium carbonate as filler, amount of cationic retention agent (0,05%) and anionic retention agent Hydrobent WX-M (0,5%) from Allied Solutions. Mechanical and optical properties were measured on laboratory sheets.

Laboratory sheets made from fibers with amount of Slovenian nanocellulose and filler

The goal of the third research was also to improve mechanical properties of the paper with different amount of Slovenian nanocrystalline cellulose, produce at National Institute of Chemistry (NCC-KI) and nanofibrillated cellulose, isolated at University of Ljubljana, Biotechnical Faculty (NFC-BF).

In fiber suspension (eucalyptus/conifers in ratio 80/20, milled at SR 30°), 1%, 3% and 5% of NFC-BF, NCC-KI was added together with 20% of calcium carbonate, amount of cationic retention agent (0,05%) and anionic retention agent (0,5%). Mechanical and optical properties were measured on laboratory sheets.

Influence on paper with different amount of cationic and anionic retention agents in fiber suspension

This goal of this research was study of adding different amount of anionic and cationic retention agents in fiber suspension and their influence on mechanical properties of the paper.

In fiber suspension (eucalyptus/conifers in ratio 80/20, milled at SR 30°), 3% NCC-BGB was added together with 20% of calcium carbonate, different amount of cationic retention agent (0,05%, 0,013%) and different anionic retention agent (0,05%, 0,2%, 0,5%,). Mechanical and optical properties were measured on laboratory sheets.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Laboratory sheets made from fibers with different amount of commercial nanocellulose

Table 1: Mechanical and optical properties of laboratory sheets, prepared with different amount of NFC-515 and NCC-BGB

	Reference	NFC-515-1%	NFC-515-3%	NFC-515-5%	NCC-BGB-1%	NCC-BGB-3%	NCC-BGB-5%
Whiteness (%)	84,2	85,2	85,0	84,6	83,0	85,4	84,0
Opacity (%)	82,9	87,3	82,3	82,0	80,9	86,5	87,1
Tear index (mNm^2/g)	6,56	6,54	6,61	6,51	7,15	6,82	6,63
Burst index ($kPam^2/g$)	3,01	2,77	3,06	3,18	3,02	3,14	2,93
Tensile index (Nm/g)	45,9	44,30	47,90	49,86	43,20	46,03	41,41
Stretch (%)	2,73	2,25	2,67	2,78	2,06	2,41	1,83
Breaking length (km)	4,679	4,516	4,883	5,083	4,404	4,692	4,221

Addition of NFC-515 results in higher whiteness prepared from fibers with amount of 1%, 3% and 5% meanwhile addition of NCC-BGB-3% results in higher optical properties.

Laboratory sheets made from fibers with different amount of commercial nanocellulose and filler

Table 2: Mechanical and optical properties of laboratory sheets, prepared with different amount of NFC-515 and NCC-BGB

	Reference	NFC-515-1%	NFC-515-3%	NFC-515-5%	NCC-BGB-1%	NCC-BGB-3%	NCC-BGB-5%
Whiteness (%)	85,2	85,0	84,6	83,0	85,4	84,0	85,6
Opacity (%)	87,3	82,3	82,0	80,9	86,5	87,1	85,9
Tear index (mNm^2/g)	4,82	5,12	5,17	4,67	5,60	5,22	5,11
Burst index ($kPam^2/g$)	1,00	1,44	1,65	1,45	1,78	1,91	2,15
Tensile index (Nm/g)	22,60	31,56	32,53	28,05	32,78	33,91	35,67
Stretch (%)	1,19	1,54	2,06	1,73	1,92	2,17	2,29
Breaking length (km)	2,304	3,217	3,316	2,859	3,342	3,457	3,636
Ash content (%)	13,67	13,90	13,16	16,16	10,40	12,62	8,65

Results shows better mechanical properties when adding minimum amount of NFC-515. The opacity of laboratory sheets was lower compared to reference sample. Addition of NCC-BGB increased mechanical properties and gave the same optical properties, even the opacity.

Laboratory sheets made from fibers with different amount of Slovenian nanocellulose and filler

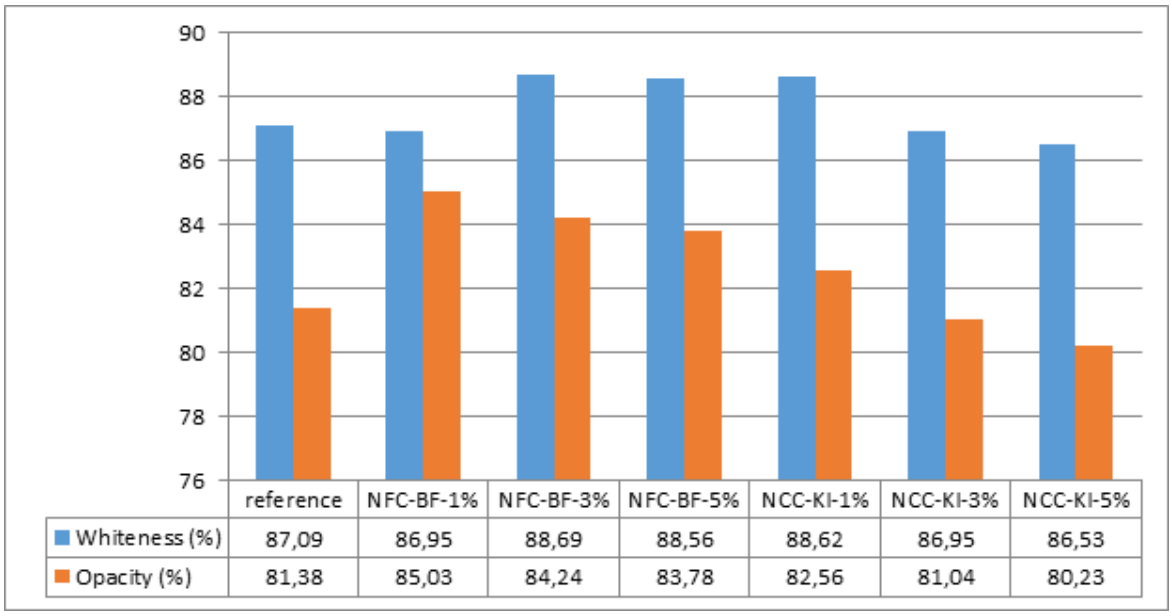
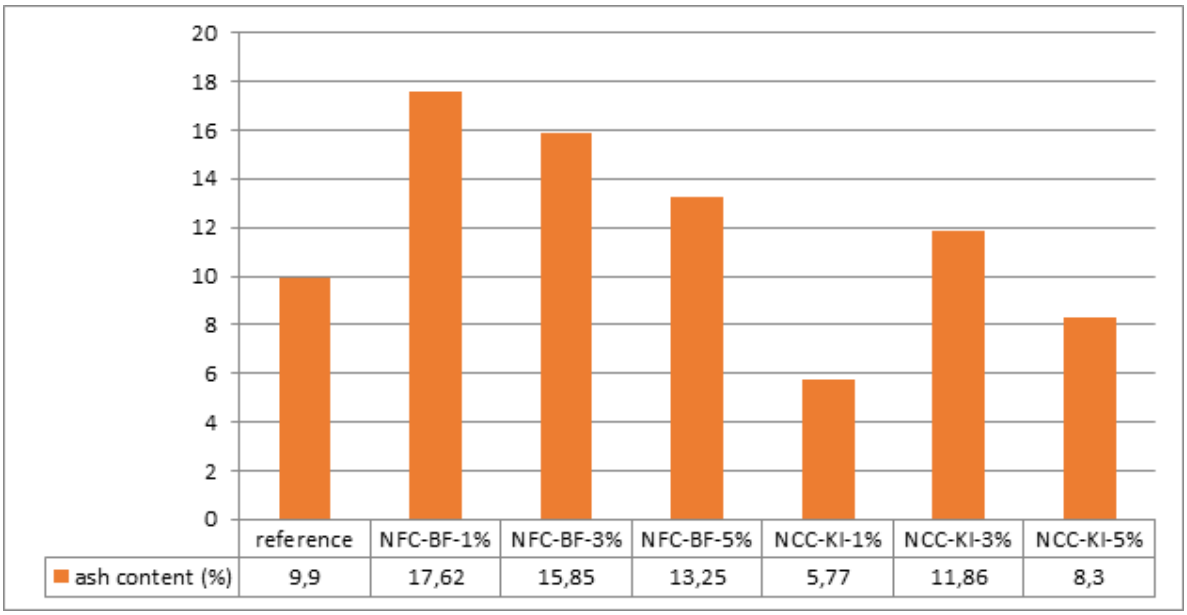
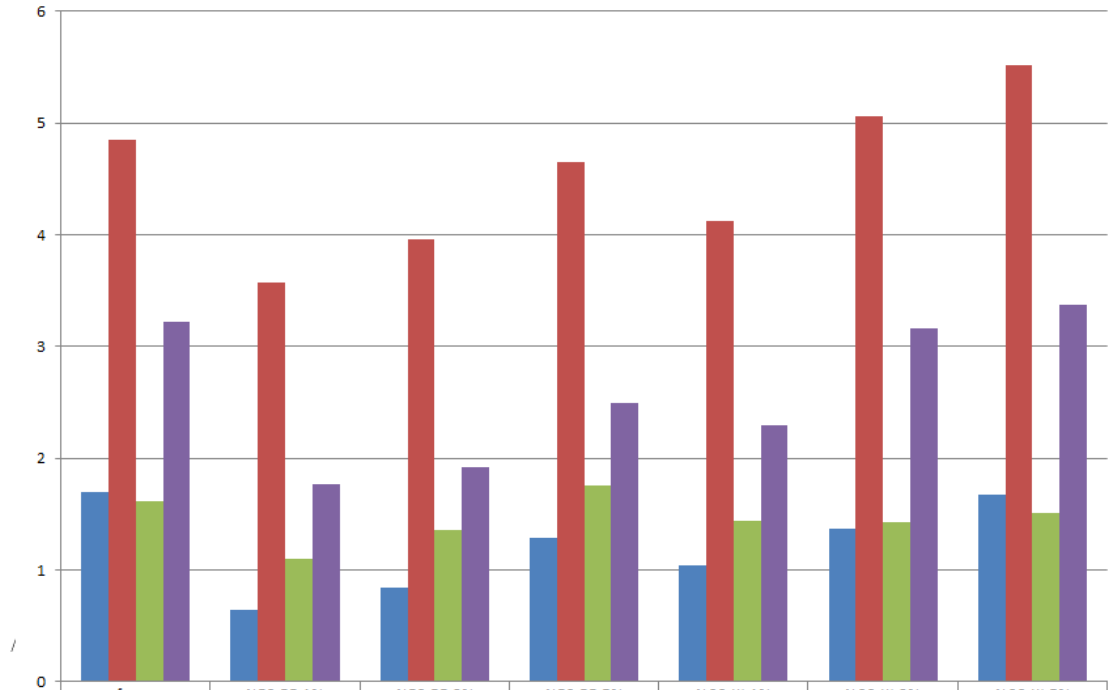


Figure 4: Optical properties of laboratory sheets, prepared with different amount of NFC-BF and NCC-KI



	reference	NFC-BF-1%	NFC-BF-3%	NFC-BF-5%	NCC-KI-1%	NCC-KI-3%	NCC-KI-5%
ash content (%)	9,9	17,62	15,85	13,25	5,77	11,86	8,3

Figure 5a: Ash content of laboratory sheets, prepared with different amount of NFC-BF and NCC-KI



	reference	NFC-BF-1%	NFC-BF-3%	NFC-BF-5%	NCC-KI-1%	NCC-KI-3%	NCC-KI-5%
Burst index (kPam^2/g)	1,7	0,64	0,84	1,28	1,04	1,37	1,67
Tear index (mNm^2/g)	4,85	3,57	3,96	4,65	4,12	5,06	5,52
Strech (%)	1,61	1,1	1,36	1,75	1,44	1,43	1,51
Breaking length (km)	3,217	1,762	1,914	2,487	2,289	3,161	3,373

Figure 5b: Mechanical properties of laboratory sheets, prepared with different amount of NFC-BF and NCC-KI

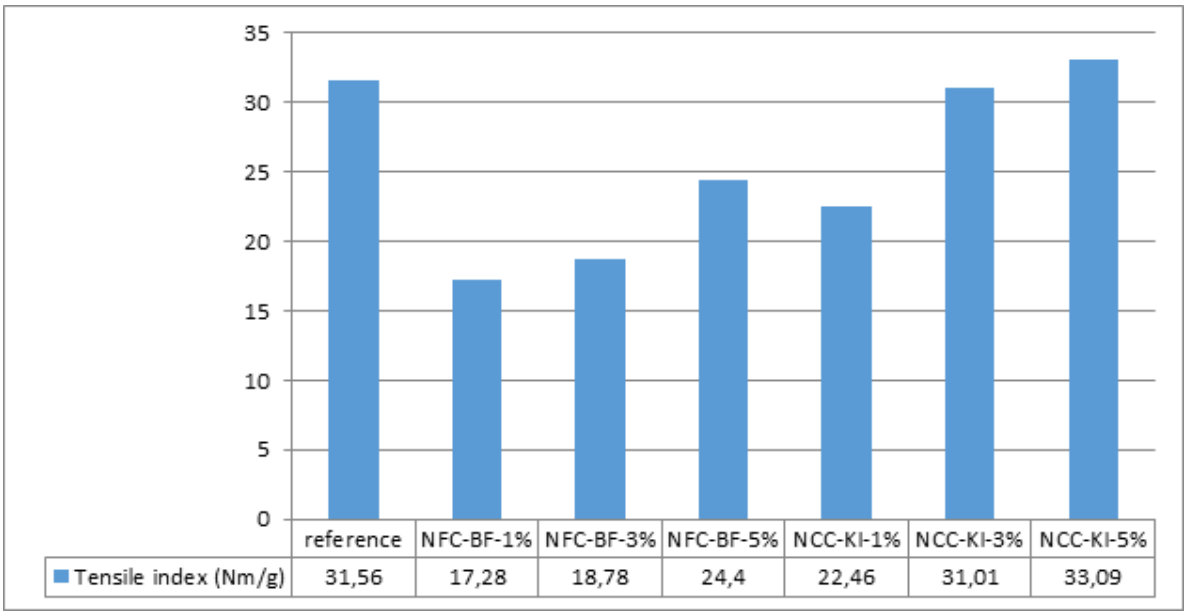


Figure 5c: Tensile index measured on laboratory sheets, prepared with different amount of NFC-BF and NCC-KI

Addition of 1%, 3% and 5% NFC-BF results in higher whiteness, ash content and lower mechanical properties, meanwhile addition of 3% NCC-KI results in higher optical properties and ash content.

Slovenian nanocellulose, produced at University of Ljubljana, Biotechnical Faculty and National Institute of Chemistry gave the same results as the commercial nanocellulose.

Influence on paper with different amount of cationic and anionic retention agents in fiber suspension

Table 3a: Optical and mechanical properties of laboratory sheets, prepared with 0,05% cationic and 0,05% anionic retention agent

	0,05% cationic retention agent		**0,05% cationic and 0,05% anionic retention agent**	
	Reference	NCC-BGB-3%	Reference	NCC-BGB-3%
Whiteness (%)	88,71	87,11	87,92	86,80
Opacity (%)	82,80	74,78	79,57	73,90
Tear index (mNm^2/g)	5,12	7,19	5,69	7,05
Burst index ($kPam^2/g$)	1,73	3,28	2,11	3,42
Tensile index (Nm/g)	29,14	44,39	36,40	47,65
Stretch (%)	4,51	2,50	2,13	2,72
Breaking length (km)	2,970	4,525	3,711	4,857
Ash content (%)	15,5	5,3	7,4	1,1

Addition of 3% NCC-BGB in fiber suspension with 0,05% cationic retention agent decreased optical properties and ash content and increased mechanical properties. Anionic retention agent gave the same effect.

Table 3b: Optical and mechanical properties of laboratory sheets, prepared with 0,05% cationic and 0,5% anionic retention agent

	0,05% cationic and 0,5% anionic retention agent	
	Reference	NCC-BGB-3%
Whiteness (%)	87,94	86,79
Opacity (%)	80,22	75,04
Tear index (mNm^2/g)	5,32	6,76
Burst index ($kPam^2/g$)	1,50	2,90
Tensile index (Nm/g)	28,84	41,24
Stretch (%)	1,37	2,19
Breaking length (km)	2,940	4,204
Ash content (%)	7,7	7,7

The same results were obtained with addition of 3% NCC-BGB in fiber suspension with 0,05% cationic retention agent and 0,5% anionic retention agent.

Table 3c: Optical and mechanical properties of laboratory sheets, prepared with 0,013% cationic and 0,2% anionic retention agent

	0,013% cationic retention agent		**0,013% cationic and 0,2% anionic retention agent**	
	Reference	NCC-BGB-3%	Reference	NCC-BGB-3%
Whiteness (%)	88,13	87,44	88,03	87,28
Opacity (%)	76,68	74,14	76,08	73,54
Tear index (mNm^2/g)	6,20	6,90	5,89	6,97
Burst index ($kPam^2/g$)	2,63	3,36	2,51	3,37
Tensile index (Nm/g)	39,81	47,01	39,49	48,21
Stretch (%)	2,19	2,86	2,30	2,95
Breaking length (km)	4,058	4,792	4,025	4,915
Ash content (%)	3,6	3,6	3,4	1,7

The same trend was observed when adding 0,013 % cationic and 0,2 % anionic retention agent.

4. CONCLUSIONS

Results of laboratory testing has showed potential options of using Slovenian nanocellulose in papermaking.

Nanocellulose in papermaking effects on optical and mechanical properties compared to reference. Amount of cationic and anionic retention agent shows the same trends, compared to reference.

In the next step, nanocrystalline cellulose and nanofibrillated cellulose with higher surface charge will be prepared and tested as an additive in papermaking.

Acknowledgements:

The work was carried out within the RDI project Cel.Cycle: »Potential of biomass for development of advanced materials and bio-based products« (contract number: OP20.00365), co-financed by the Republic of Slovenia, Ministry of Education, Science and Sport and European Union under the European Regional Development Fund, 2016–2020.

References

[1] M. Salajkova, Nanocelluloses-surface modification and use in functional materials, 2012

Corresponding author:
Janja Juhant Grkman
Pulp and Paper Institute Ljubljana, Bogišićeva 8, SI–1000 Ljubljana
janja.juhant-grkman@icp-lj.si

TRANSITION METAL OXIDE CLUSTERS AS CATALYSTS FOR BLEACHING OF CELLULOSIC MATERIALS AND NATURAL FIBERS

KLASTERI OKSIDA PRELAZNIH METALA KAO KATALIZATORI ZA BELJENJE CELULOZNIH MATERIJALA I PRIRODNIH VLAKANA

Grigore Craciun, Gheorghe Duțuc, Alexandru Botar
L&G Consulting SRL, Dej, Romania

Abstract

Polyoxometalates are a large and rapidly growing class of inexpensive, minimally or non – toxic complex compounds whose molecular properties are extensively modifiable through either traditional or thermodynamic synthesis. It is a friendly environmental technology and as well with very low technological parameters (atmospherically pressure and a temperature of maximum 70 °C).

A wide range of raw materials can be bleached and in the same time can also be functionalized using polyoxometalates, such as, wood pulp, hemp, flax, ramie, cotton, agricultural residues. Even some of them have low cellulose content, the very simply technology helps to achieve competitive results.

***Keywords**: natural fibers, bleaching, polioxometalates,*

Izvod

Polioksometalti su velika i brzo rastuća grupa jeftinih, minimalno ili nimalo otrovnih kompleksin jedinjenja čija se molekulska svojstva u velikoj meri mogu modifikovati bilo tradicionalnom ili termodinamičkom sintezom. Tehnologija nema štetno dejtvo na životnu sredinu, a proces se odvija pod uslovima koji nisu zahevni (atmosferski pritisak i najviša temperatura oko 70°C).

Primenom polioksometalata se može beliti i, u isto vreme, funkcionalizovati veliki broj sirovina: drvena pulpa, konoplja, lan, ramija, pamuk, otpaci poljoprivredne proizvodnje... Bez obzira što neke od sirovina imaju nizak sadržaj celuloze, veoma jednostavna tehnologija pomaže da se postignu dobri rezultati.

***Ključne reči**: prirodna vlakna, beljenje, polioksometalati,*

1. INTRODUCTION

The oxidation of organic substances by aqueous hydrogen peroxide is very attractive method for industrial viewpoint since this reagent is relatively inexpensive, of low equivalent weight, environmentally clean and easy to handle. The help of transitional metal catalysts are often required and a considerable effort has been devoted to the search the new efficient metal derivatives suited to the purpose [1—5].

Soluble transition metal oxide catalysts (polyoxometalates, POMs) have been developed for the oxidation with aqueous hydrogen peroxide. Great effort has been devoted to searching for efficient catalysts that can active but not decompose hydrogen peroxide.

Dioxygen complexes of group 6 transition elements have been known from long time ago, the chemistry of peroxo compounds of transition elements was thoroughly review [6,7]. Molybdenum (VI) and tungsten (VI) form an enormous variety of polyanions (izopoly and heteropoly species). Addition of hydrogen peroxide to aqueous solution of MoO_4^{2-} and WO_4^{2-} generally leads to the formation of the simple monomer or dimeric complexes. If the concentration of hydrogen peroxide is keep fairly low, polynuclear peroxo complexes can be isolated.

The chemistry of transitional metal-peroxide complexes has received special attention due to their importance in a variety of industrial, pharmaceutical and biological studies. They are widely used in stoichiometry as well as catalytic oxidation in organic chemistry and biology [8-12].

Polyoxometalates are a large and rapidly growing class of inexpensive, minimally or non – toxic complex compounds whose molecular properties are extensively modifiable through either traditional or thermodynamic synthesis.

They are comprised of early transition metals, usually in the d^0 electronic configuration (e.g. Mo(VI),W(VI),V(V)) bridged by oxygen atoms [3,4,6].

All the physico – chemical properties of POMs, that impact their applications in catalysis, material science, biology and medicine including but not limited to redox potentials, acidities, polarities, sizes, shapes and charges, can be readily and systematically altered. This versatility follows directly from the easy by which these can be modified.

Polyoxometalates were originally proposed as activating agents for oxygen delignification of wood pulp and have been widely investigated since. The starting point in POMs bleaching research was originally to produce a biometric way of lignin decomposition. The activity is based on the idea that they can react selectively with phenolic lignin structures in cellulose fiber and that they can often be regenerated with oxygen gas. Moreover, POMs are remarkable stable at wide pH and temperature ranges. Although, POMs have been widely investigated, they have not been applied in the wood pulping industry. This is most probably due to inefficiency and / or complexity of the process presented [13 – 19].

The selective bleaching of wood pulp in conjunction with paper industry world – wide, has long been associated with significant environmental impact. The industry has moved away from Cl_2 based delignification process because of potential impact of chlorine-aromatic by – products. The most attractive alternative to Cl_2 based technology are O_2 and hydrogen peroxide, both with respect to environmental and economy.

Oxygen delignification can be considered as an intermediary step between Kraft pulping and bleaching since up to about 50 % of the residual lignin in Kraft pulp can be removed by this stage. Extending a conventional oxygen delignification stage beyond it's currently limits would decrease bleach chemical demand with serious environmental benefits and significant increases on return on investment. Oxygen, while effective at depolymerization and lignin solubilization, is not sufficiently selective to fully delignify Kraft pulp without extensive cellulose degradation [20, 22].

Alkaline hydrogen peroxyde, while it reacts rapidly with chromophoric groups, is not effective at removing lignin. Under alkaline conditions, high temperature accelerates the decomposition of hydrogen peroxide, which not only reduces the amount of hydrogen peroxide available for bleaching, but increases the amount of radical formed, which have a detrimental effect on cellulose.

Under acidic conditions, low pH and high temperature could result in severe cellulose degradation due to the acidic hydrolysis of cellulose.

Ozone, while very effective at removing lignin, reacts rapidly with cellulose that high process selectivity is difficult to achieve on an industrial scale [8].

2. POLYOXOMETALATES.

The principal building blocks of POMs are MO_4 polyhedral or MO_6 octahedra that are linked together by one, two and occasionally three oxygen atoms. There are two class of POMs : the isopolyanions, which contain only the d^0 metal cations and oxide anions and heteropolyanions, which contain one or more d or p "heteroatom" cations, X^{n+}, in addition to the metal cations and oxide anions.

POMs are ready accessible synthetically because most of the p-, d – and f – block elements can function as the central "heteroatom", X^{n+}, in the general formula $XM_{12}O_{40}^{(8-n)}$, (X^{n+} is located at the center of the tetrahedron inside the Keggin structure). Many of d-, f- block metals can be substituted for one or more of the main metals, M, in the structure to give mixed addenda anions.

Polyoxometales with Keggin structure, spherical anion metal – oxide complexes, were originally proposed as activating agents for oxygen delignification. The process cycle start with the reaction of fully oxidized POM complexes under anaerobic conditions. At this stage, the POMs are reduced, and the oxidized lignin fragments are dissolved in the bleaching liquid. After the bleaching, the reduced POM liquor can be re-oxidized in a separate stage using oxygen. During the regeneration of the POM complexes, the dissolving lignin fragments are converted to CO_2 and H_2O.

$$Wood\ pulp + POMs_{ox} \rightarrow Bleached\ wood\ pulp + POM_{red} \quad (1)$$

$$POM_{red} + O_2 + 4H^+ \rightarrow POM_{ox} + 2H_2O \quad (2)$$

3. PEROXO – POLYOXOMETALATES.

Peroxo – polyoxometalates (PPOMs) are a special class of POMs which are widely used in stoichiometric and as well as catalytic oxidants in organic chemistry and biochemistry [22, 23]. In particular,

PPOMs are currently of considerable interest as catalysts for a variety of organic oxidations with environmentally acceptable hydrogen peroxide as co–activating oxidant.

Mo (VI) and W (VI) form an enormous variety of polyanions, addition of hydrogen peroxide to aqueous solution of MoO_4^{2-} and WO_4^{2-} generally leads to the formation of the simple monomer or polymer complexes. If the concentration of hydrogen peroxide is keep fairly low, poly-nuclear complexes can be isolated.

There has been much interest in the nature of isopoly species formed by acidification of aqueous solutions of the MoO_4^{2-} and WO_4^{2-} ions, and a number of techniques have been applied to study these systems. There are only scattered and often conflicting data on the nature of the species formed when MoO_4^{2-} and WO_4^{2-} aqueous solutions are acidified in the presence of hydrogen peroxide [24–26]. It was showed that MoO_4^{2-} and WO_4^{2-} react catalytically with hydrogen peroxide in basic aqueous solutions to form O_2 in quantitative yield through the intermediary of a diperoxo – dimetalate anions.

The ability of molybdate to catalyze the acidic hydrogen peroxide delignification of kraft pulp was confirmed. The catalytic effect of molybdate was attributed to its ability to form under acidic conditions reactive diperoxo – complexes with hydrogen peroxide. Unfortunately the pronounced delignification observed was accompanied by several viscosities loses.

We were able to develop new green catalysts based on special class of POMs for selective oxidation of lignin from cellulosic materials (wood, agricultural wastes ...) and natural fibers (hemp, flax, ramie, jute, nettle...) [17, 27, 28].

4. EXPERIMENTAL.

Materials and methods.

$Na_2MoO_4 \times 2H_2O$, $Na_2WO_4 \times 2H_2O$, MoO_3, WO_3, $NaVO_3$, NaOH, Na_2SiO_3, 30% H_2O_2 and H_3PO_4 were used without further purification.

4.1 The bleaching of Eucalyptus pulp in two stages:

Stage 1: in a plastic bag, 100 gr. Pulp was suspended in 1 L solution containing 0.02 gr. catalysts, 1.5-2.0 gr. H_2O_2, the pH=4.5-5.0, the suspension was heated 1 hr. at 90 $^{\circ}$C in a thermostat water bath without stirring. The suspension was cooled at room temperature, the pulp was filtered off, washed with water and the filtrate which contains catalysts kept for the regeneration of catalyst.

Stage 2: in a plastic bag, the pulp from stage 1 was suspended in 1 L. solution of 0.1N NaOH which contain 2.0 – 2.5 gr. H_2O_2 and 2.0 – 2.5 gr. Na_2SiO_3. The plastic bag was heated 1 hr. at 80^0C in a thermostat water bath. After cooling, the cellulose was filtered off, washed with small quantities of water till pH=7.0 and dry in air at room temperature. The experimental results are presented in table 1, with the mention that the kappa, Viscosity and Brightness values were measured after each two steps treatment.

Table 1. The experimental results of bleaching Eucalyptus

Nr. crt.	Catalysts	Kappa	Viscosity, ml/g	Brightness, %
1.	Eucalyptus O_2 bleached	10.9	1075	64.9
2.	$Na_2H_3PV_2Mo_{10}O_{40}$	8.3	778	72.5
3.	$H_4SiMo_{12}O_{40}$	8.1	760	74.3
4.	$MoO(O_2)_2$	2.3	870	77.2
5.	$WO(O_2)_2$	2.1	862	78.1
6.	$Na_2Mo_2O_3(O_2)_4$	1.7	806	85.0
7.	$Na_2W_2O_3(O_2)_4$	1.7	811	84.4

Fig. 1. Right: unbleached Eucalyptus pulp, Left : bleached Eucalyptus pulp

4.2 Bleaching of hemp in two stages

The bleaching of hemp was made using the same method as for Eucalyptus bleaching. The experimental results are presented in table 2.

Tabela 2. The experimental results of hemp bleaching with POMs

Nr. crt.	Catalysts	Kappa	Viscosity, ml/g	Brightness, %
1	Unbleached hemp pulp	12.2	987	38.8
2	$MoO(O_2)_2$	2.4	850	78.5
3	$WO(O_2)_2$	2.5	861	76.7
4	$Na_2Mo_2O_3(O_2)_4$	1.2	794	83.5
5	$Na_2W_2O_3(O_2)_4$	1.1	798	84.5

Fig. 2. Left: unbleached hemp, Right: bleached hemp

4.3 Bleaching of flax and hemp fibers in two stages.

Stage 1 : in a plastic bag, 50 gr. Flax/hemp fibers were suspended in 0.7 L solution containing 0.01 gr. PPOMs catalysts, 1.5 gr. H_2O_2 the suspension was heated at 90^0C in a thermostat water bath, 1 hr. without stirring. The suspension was cooled at room temperature, filtered off, washed with small quantities of water.

Stage 2: in a plastic bag, the hemp/flax fibers were suspended in 1 L. aqueous solution of 0.1 N NaOH which contain 2.0 gr. H_2O_2 and 1.5 gr. Na_2SiO_3. The suspension was heated al 80^0C in a thermostat water bath , 1 hr. without stirring, cooled at room temperature, filtered off, washed with water till pH=7.0 and dry in the air at room temperature.

The experimental results are presented in table 3.

Teble 3. Bleaching of hemp and flax fibers with POMs

Nr. crt.	Catalysts	Brightness %	
		Hemp	Flax
1	Unbleached fiber	27.4	26.2
2	$MoO(O_2)_2$	78.4	78.2
3	$WO(O_2)_2$	79.3	80.1
4	$Na_2Mo_2O_3(O_2)_4$	80.2	81.4
5	$Na_2W_2O_3(O_2)_4$	80.7	80.8

5. BLEACHING OF CELLULOSIC MATERIALS PULPS AND NATURAL FIBERS

We found a special class of polyoxometalates (A. Botar, G. Craciun, G. Dutuc, Private Communication / 2017) which are very good green catalysts for selective oxidation of lignin from cellulosic material pulps and bast fibers.

Working the bleaching process in one stage, at temperature 40–50 ˚C, the experimental results are very promising. The mechanism of selective oxidation of lignin from wood pulp and natural fibers is quite different than with POMs catalysts with Keggin structure.

We are presenting bellow, the results of the bleaching with POM of different raw materials received from our collaborators from Karadeniz Teknik Üniversity.

Fig. 3. Kraft pulp: one and two stages bleaching with POM

Fig. 4. Hemp fibers: one and two stages bleaching with POM

Fig. 5. Wheat straw, soda O2 natural pulp, one and two stages of bleaching with POM

Fig. 6. Cotton linter natural fibers, one and two stages of bleaching with POM

Reference

[1] M.T.Pope, Heteropoly and Isopoly Oxometalates ; Spring Verlag ; New York, 1983.

[2] B.S.Lana, K.Burgers, Chem. Rev., 2003,103,2457-2474.

[3] R.A.Scheldon, In New Development in Selective Oxidation; Conti G.,Trifiro F., Ed: Elsvier, Amsterdam, 1990.

[4] C.L.Hill, McCartha-Prosser, Coord. Chem. Rev., 2000, 143, 407-455.

[5] J.A.Connor, E.A.V.Ebsworth, Adv. Inorg. Radiochem., 1964, 6, 279-281.

[6] M.H.Dickmann, M.T.Pope, Chem. Rev., 1994, 94, 549-584.

[7] A.J.Bailay, W.P.Griffith, B.C.Parkin, J.Chem.Soc., Dalton Trans.,1995,1833-1837.

[8] K.A.Jogensen, Chem. Rev., 1989, 89, 431-458.

[9] F.Taube, M.Hashimoto, I.Anderssen, I. Petterssen, J.Chem.Soc.,Dalton Trans., 2002, 1002-08.

[10] F. Taube, I. Andersson, I. Pettersson, Polyoxometalates: From Platonic to Industrial Applications, ed. M.T. Pope and A. Muller, Kluver Academic Publications, 2001, p.161-174.

[11] K.M Thompson, W.P. Griffith, J. Chem.Soc., Faraday Trans., 1996, 92, 5235-5240.

[12] C.A. Borton, D.N. Griffith, J. Phys. Org. Chem., 2002, 15, 29-35.

[13] I.A. Weinstock, R.H. Atalla, R.S. Reiner, M.A. Moen, K.E. Hammel, C.J. Houtmann, C.L.Hill, M.K. Harup, J. Mol. Catal., A. Chem., 1997,116,59-84.

[14] I.A. Weinstock, R.H. Atalla, M.A. Moen, K.E. Hammel, New.J. Chem., 1996, 20, 269-275.

[15] D.V. Evtuguin, C.N. Pascal, Holzforsch., 1997,51,313-318.

[16] J.A.F. Gamelas, A.S.N. Pontes, D.V. Evtuguin, A.M.R.B. Xavier, A.P. Esculas, Biochem.

[17] Eng. J., 2007, 33, 141-147.

[18] C. Sirghie, A. Botar, A.M. Bodescu, A.P. Carvaro, F.D. Munteanu, Carbohydrate Polymers,

[19] 2013,98,490-494.

[20] G. Guo, Z. Liu, L.F. Hui, C.L. Si, J.J. Pang, BoiResources, 2011,6,1251-1261.

[21] Y. Ding, B. Do, X. Zhao, D. Lin, Boiresources Technology, 2017, 228, 279-289.

[22] D.V. Evtuguin, N.C. Pascoal, V.M. Maraqez, F.P. Furtado, Tappi Bleaching Conference Proceeding, 1998, 4-3-498.

[23] D.V. Evtuguin, N.C. Pascual, J.D. Pedro de Jesus, J. Pulp Pap. Sci., 1998, 24, 139.

[24] K. Sato, M. Aoki, R. Noyori, Science, 1998, 281, 1646-1647.

[25] B. Tamasini, H. Yeganeh, React. Funct. Polym., 2001,50,101-106.

[26] V.W. Day, W.G. Kemplerer, Science, 1985, 288, 533-541.

[27] M.T. Pope, A. Muller, Angew. Chem., Int.Ed.Eng., 1991, 30, 34-48.

[28] M.T. Pope, A. Muller, Eds. Polyoxometalates : From platonic Solids to Anti-Retroviral

[29] Activity : Kluwer; Dordrecht, 1994.

[30] C. Sirghie, A. Botar, A.M. Bodescu, M. Dochia, Process for bleaching using peroxo-polyoxometalates of cellulosic fabrics such as: flax, cotton, hemp-cotton.

[31] C. Sirghie, A. Botar, N. Dinca, G. Craciun, M. Dochia, Ecologic process for bleaching of Natural fibers by catalytic oxidation with polyoxometalates, Patent RO 122728 /2009.

[32] G. Craciun, Doctoral Thesis: Researches on the use of polyoxometalates in delignification of vegetable fibrous materials, 2010

[33] Ghe. Dutuc, Doctoral Thesis: Researches on the obtaining and characterization of high yield pulp, 2011

Presenting author:
Dr. Eng. Gheorghe DUȚUC
L&G Consulting SRL, Dej, Romania
E-mail: dutucgheorghe@yahoo.com

UTICAJ ORIJENTACIJE CELULOZNOG VLAKNA NA MEHANIČKE OSOBINE SACK KRAFT PAPIRA

IMPACT OF FIBER ORIENTATION TO MECHANICAL PROPERTIES OF SACK KRAFT PAPER

Husejin Duraković, Almir Muftić, Edina Husić
Natron-Hayat d.o.o. Maglaj, BiH

Izvod

Orijentacija vlakna prilikom isticanja na sito papir mašine uveliko utiče na odnos mehaničkih osobina sack kraft papira u podužnom i poprečnom pravcu. Ako orijentacija vlakna nije korektna, znači da MD dužina kidanja bude veća od CD dužine kidanja, onda dolazi do poremećaja mehaničkih svojstava papira što dovodi do izrade nekvalitetnih proizvoda. Problem na ovu temu je bio prisutan u kompaniji Natron-Hayat Maglaj, gdje je u mjesecu Decembru 2017. godine proizvedeno 10% nekvaliteta proizvoda. U radu će biti prikazani postupci rješavanja navedenog problema.

Ključne riječi: *orijentacija vlakna, mehaničke osobine papira, položaj lipne, difuzor, natok,*

Abstract

Fiber orientation, when coming onto the paper machine wire section, has a great impact to sack kraft paper mechanical property ratio. If the fiber orientation is not proper, it means that breaking length in MD is higher than breaking length in CD, which results in disturbance of mechanical properties of the paper, leading to non-quality product. Problem related to this matter is present in company Natron-Hayat Maglaj, causing production of 10% of non-quality, out of the entire amount of paper produced, in December 2017. In the document, one will show the processes of resolving respective problem.

Keywords: *fiber orientation, mechanical properties of paper, lip, diffusor, headbox,*

1. UVOD

Prilikom proizvodnje kraft papira odnos MD i CD dužine kidanja je takav da je MD:CD=2:1, dok je kod clupak papira najbolji odnos MD:CD=1:1. Ako iz bilo kog razloga bude poremećen predviđeni odnos onda dolazi do nekvaliteta proizvedenog papira. Rijetko se u praksi pojavljivao problem poremećaja i obrnutog odnosa MD i CD mehaničkih osobina papira. Postoji veći broj parametara koji mogu dovesti do pogrešne orijentacije vlakna i navedenog problema, a neki od parametara će biti predmet razmatranja u ovom radu.

Procesi koji uključuju orijentaciju vlakna

Orijentacija vlakana se prvenstveno dešava na formirajućem situ papir mašine, konkretno isticanjem celulozne mase iz natoka papir mašine i procesom formacije na situ. Operacije na suhom dijelu papir mašine (pres i sušna skupina) imaju znatno manji utjecaj na orijentaciju vlakana.

Natok i formirajuće sito papir mašine

Konstrukcija natoka osigurava da su celulozna vlakna nasumično orijentirana u kolektoru natoka. Međutim, mlaz suspenzije koji se ispušta iz usta natoka na sito papir mašine ima neujednačen profil brzine, zbog graničnih i izlaznih efekata usljed struktura unutar natoka. Ispuštanje suspenzije kroz usta natoka na sito i naknadnu kontrakciju vrše orijentacijske sile smicanja.

Prosječna brzina mlaza suspenzije gotovo se uvijek razlikuje od brzine sita. Za clupak papir, mlaz je brži od sita, za kraft papire, obično je sporiji od sita.

Indeks orijentacije vlakana prvenstveno se određuje razlikom između MD komponente brzine mlaza suspenzije i brzine sita. Varijacije u MD komponenti brzine preko mlaza uzrokuju profil orijentacije vlakana.

Glavni uzroci neujednačenosti brzine mlaza po širini natoka su:

- Neujednačen otvor usta natoka,

- Neuravnoteženi ulazni razdjelnik,
- Neispravni protoci na krajevima natoka ili protoci povrata iz natoka.

Formatne lajsne

One omogućavaju odvojenu kontrolu nad mlazom na krajevima sita. Koriste se u nekim dizajniranim natocima kako bi kontrolirali orijentaciju vlakana u blizini krajeva mašine i kompenzirali probleme s krajevima u profilu brzine mlaza. Formatne lajsne obično imaju slab učinak na osnovni profil gramature.

2. NAČINI KONTROLE ORIJENTACIJE VLAKANA

Načini kontrole koji se koriste za indeks orijentacije vlakana i ugla orijentacije vlakana izravno su izvedeni iz relacija na mokrom dijelu papir mašine. Postoji više parametara i načina kontrole orijentacije vlakana na situ papir mašine.

2.1 Odnos brzine isticanja mase i brzine sita papir mašine (Jet to Wire)

Razlika između MD (uzdužne) komponente brzine isticanja suspenzije i brzine sita može se koristiti za kontrolu prosječnog indeksa orijentacije vlakana. Prilikom izrade papira poželjno je odabrati odnos **jet-wire,** kako bi se optimizirala formacija i drenaža na situ, jer stalne promjene ovog odnosa može ugroziti druge osobine papira..

U praksi, pri izradi nekih vrsta papira za koje je kritičan ugao orijentacije vlakana, proizvođači papira često su skloni postaviti **jet-wire** na veće vrijednosti. To smanjuje uglove orijentacije vlakana i povećava indeks orijentacije, ali može negativno utjecati na drenažu i formiranje papirnog lista. Razlika u brzini između mlaza i sita također određuje relativni utjecaj otvora usta natoka prema težini i uglu orijentacije.

2.2 Kontrola protoka vlakna na krajevima sita papir mašine

Formatne lajsne (sa natocima koji su tako opremljeni) mogu se koristiti za kontrolu orijentacije vlakana u području koja se proteže od oko 2 metra sa svake strane sita. Formatne lajsne mogu se kontrolirati sa različitim ciljevima.

Formatne lajsne moraju se kontrolirati tako da osiguravaju specifičnu razliku sile u odnosu na ostatak mlaza. Ova razlika se transportira vrlo dobro iz otvora usta natoka.

Na uskim mašinama (do oko 4 metra), formatne lajsne daju određenu kontrolu nad cijelom širinom lista. Na širim mašinama rubovi strujanja imaju mali ili nikakav učinak na centru lista, te su potrebne dodatne radnje.

2.3 Kontrola otvora usta natoka

U konvencionalnim natocima papir mašina, otvor usta natoka obično je posvećen nadziranju nivoa težine papirne trake. Otvor usta natoka je definisan prema gramaturi papira koja se proizvodi. Povećanjem otvora usta natoka kod izrade iste vrste papira se može uticati na bolju formaciju i profil papirne trake proizvedenog papira.

2.4. Grijanje unutrašnjosti i lipne natoka

Novi dizjn natoka podrazumjeva da isti posjeduje grijanje istog iznutra i same lipne kako se ista usljed razlike temperature suspenzije i same lipne ne bi deformisala, što uveliko može uticati na orijenataciju vlakana i profil papira. Način provjere grijanja lipne jeste praćenje temperature vode koja grije natok, kao i protok same vode. U zastojima papir mašine može se vršiti čišćenje navedenog sistema sa kemikalijama.

3. MEHANIČKE OSOBINE KRAFT I CLUPAK PAPIRA U RAZLIČITIM USLOVIMA PROIZVODNJE

Ako dođe do poremećaja prethodno navedenih parametara koji mogu uticati na orijentaciju celuloznog vlakna na situ papir mašine, onda uveliko može doći do promjene mehaničkih osobina sack kraft papira. Zbog

problem koji se pojavio u kompaniji Natron-Hayat d.o.o. Maglaj na PM-4 prilikom proizvodnje kraft i clupak papira, u mjesecu Decembru 2107. godine proizvedeno je oko 10% nekvalitetnog papira.

Problem se ogledao u tome da je na određenom dijelu širine papirne trake došlo do obrnutih vrijednosti dužine kidanja papira, što je uzrokovalo nezadovoljavajući kvalitet papira, bez obzira što je celulozno vlakno bilo vrlo kvalitetno i što je ukupna dužina kidanja bila iznad očekivane.

Nakon provjere svih nabrojanih parametara od kojih zavisi veći broj mehaničkih osobina papira i nemogućnosti rješenja problema, pristupilo se detaljnom čišćenju svih elemenata natoka.

3.1 Čišćenje unutrašnjosti natoka

Nakon zaustavljanja papir mašine izvršeno je otvaranja natoka i demontaža difuzora natoka. Nakon demontaže difuzora je uočeno da je sama unutrašnjost natoka jako kontaminirana kako organskim, tako i neorganskim komponentama, što je vidljivo na slici 3.1., koja slijedi.

Slika 3.1 *Kontaminirana površina unutrašnjosti natoka*

Čišćenje je vršeno hemijskim sredstvima: 5 % rastvorom HCL-a, te sa 4 % rastvorom NaOH. Nakon kvašenja i premazivanja unutrašnjosti natoka vršeno je pranje vodom pritiska većim od 400 bara.

3.2 Čišćenje difuzora natoka

Nakon demontaže dufuzora papir mašine isti je potopljen u 5 % rastvor HCL-a 24 sata, nakon čega je vršeno pranje vodom pritiska 400 bara. Nakon potapanja u HCL vršeno je potapanje u 4 % rastvor NaOH 24 sata, te nakon toga je vršeno pranje vodom pritiska 400 bara. Kontaminiranost difuzora natoka prije čišćenja je prikazano na slici koja slijedi,

Slika 3.2 *Konaminirani difuzor papir mašine*

Na slici koja slijedi je prikazan difuzor natoka nakon detaljnog hemijskog i mehaničkog čišćenja.

Slika 3.3 *Difuzor papir mašine nakon čišćenja*

Generalno posmatrajući navedeni problem, te način pravovremenog eliminiranja treba naglasiti da se unutarnje pranje i čišćenje natoka može kontinuirano raditi tokom godine, a prilikom zastoja dužih od 2 sata. U principu se ovaj zahvat kontinuirano radi kada god se primjeti da se pogoršao profil proizvednog papira.

Međutim kada je u pitanju pranje i ćišćenje difuzora natoka isto nije moguće raditi u kratkim zastojima zbog velikog obima posla. Ovaj zahvat se planski radi u remontu papir mašine uz angažovanje stručnjaka iz firma isporučioca natoka. Pri vađenju difuzora, njegovom pranju i čišćenju kemikalijama potrebne su velike mjere opreza jer se vrlo lako isti može oštetiti.

Razlozi povremenog pojačanog kontaminiranja unutrašnjosti natoka, a sam tim i dufuzora su nedovoljno čista i oprana celulozna masa koja sa sobom nosi neodstranjene smole i neizreagovani lignin koji se lijepi na površine natoka i difuzora. Takođe dodatni problem je i tvrda voda čiji se kamenac taloži na elemente natoka.

Prilikom kontaminacije natoka dolazi do smanjenja prečnika cjevčica difuzora kroz koje celulozna masa ističe na sito papir mašine usljed čega dolazi do promjene brzine isticanja mase pri čemu se mijenja orijenatcija vlakna koja utiče na poremećaj MD i CD mehaničkih osobina papira.

3.3 Vodena linija na situ papir mašine

Proizvodnja papira u poremećenim uslovima, u uslovima potpune kontaminiranosti elemenata natoka se ogleda i vidi na vodenoj liniji na situ papira mašine, gdje je ista na radnoj strani bila više naprijed, dok na pogonskoj zaostaje, što se vidi na slici koja slijedi.

Slika 3.4 *Vodena linija na situ papir mašine prije pranja sistema*

Slika 3.5 *Vodena linija na situ papir mašine nakon pranja sistema*

3.4 Mehaničke osobine kraft i clupak papira u poremećenom sistemu proizvodnje

Tabela 3.1. Mehaničke osobine clupak papira

Measurement	2	7	11	16	21	Average	Min	Required Max
Gramatura	70,2	70,5	69,7	70,8	70,2	70,28	67,9	72,1
Debljina, µm	105	103	100	102	106	103,2		
Otpornost prema kidanju 3 uzdužno, kN/m	5,54	5,13	4,54	5,14	6,52	5,37	4,94	
Otpornost prema kidanju 3 poprečno, kN/m	4,62	5,27	7,21	5,59	3,15	5,17	3,89	
Index kidanja uzdužno, Nm/g	78,92	72,77	65,14	72,6	92,88	76,41	70	
Index kidanja poprečno,Nm/g	65,81	74,75	103,44	78,95	44,87	73,56	55	
Rastezljivost uzdužno, %	6,49	6,96	6,95	7,31	7,17	6,98	6,2	7,2
Rastezljivost poprečno, %	9,99	7,58	6,9	8,18	10,29	8,59	7,2	8,2
Dužina kidanja uzdužno, m	8040	**7410**	**6640**	**7400**	9470	7792		
Dužina kidanja poprečno, m	6710	**7620**	**10540**	**8040**	4570	7496		
TEA uzdužno, J/m2	198	197	186	209	233	204,6	196	
TEA poprečno, J/m2	278	244	287	274	216	259,8	199	
Index TEA uzdužno J/g	2,82	2,79	2,67	2,95	3,32	2,91	2,8	
Index TEA poprečno, J/g	3,96	3,46	4,12	3,87	3,08	3,7	2,85	
Otpornost prema cijepanju uzdužno, mN						785	700	
Otpornost prema cijepanju poprečno, mN						687	770	
Index cijepanja uzdužno, mN						11,17	10	
Index cijepanja poprečno, mN						9,78	11	
Površinska apsorpcija gornja, g/m2						27		35
Površinska apsorpcija donja, g/m2						29		35
Otpornost prema vazduhu	12	15	15	14	12	13,6		21
Vlaga, %						5,97	5	7
Otpornost prema prskanju, kPa								
Kompresijska otpornost RCT								
TEA MD+CD	476	441	473	483	449	464,4	385	

Tabela 3.2 Mehaničke osobine kraft papira

Measurement	2	7	11	16	21	Average	Min	Required Max
Gramatura	68,6	70,4	70,2	69,8	69,2	69,64	67,9	72,1
Debljina, µm	108	104	104	105	107	105,6		
Otpornost prema kidanju 3 uzdužno, kN/m	7,66	6,92	5,39	5,76	6,22	6,39	5,98	
Otpornost prema kidanju 3 poprečno, kN/m	3,48	4,64	6,95	6,74	4,45	5,25	3,71	
Index kidanja uzdužno, Nm/g	111,66	98,3	76,78	82,52	89,88	91,76	85,5	
Index kidanja poprečno,Nm/g	50,73	65,91	99	96,56	64,31	75,39	53	
Rastezljivost uzdužno, %	2,55	2,4	2,89	2,73	2,56	2,63	2,5	
Rastezljivost poprečno, %	9,94	7,56	6,4	7,28	8,96	8,03	7	
Dužina kidanja uzdužno, m	11350	10030	**7830**	**8410**	9170	9358		
Dužina kidanja poprečno, m	5160	6720	**10100**	**9850**	6570	7680		
TEA uzdužno, J/m2	123	106	104	103	104	108	100	

Measurement	2	7	11	16	21	Average	Min	Required Max
TEA poprečno, J/m2	227	227	268	290	250	252,4	173	
Index TEA uzdužno J/g	1,79	1,51	1,48	1,48	1,5	1,55	1,43	
Index TEA poprečno, J/g	3,31	3,22	3,82	4,15	3,61	3,62	2,47	
Otpornost prema cijepanju uzdužno, mN						941	700	
Otpornost prema cijepanju poprečno, mN						706	770	
Index cijepanja uzdužno, mN						13,51	10	
Index cijepanja poprečno, mN						10,14	11	
Otpornost prema prskanju, kPa								
Površinska apsorpcija gornja, g/m2						26	25	35
Površinska apsorpcija donja, g/m2						29	25	35
Otpornost prema vazduhu	19	21	25	26	25	23,2		30
Vlaga, %						5,98	5	7
TEA MD+CD	350	333	372	393	354	360,4		

3.5Mehaničke osobine kraft i clupak papira nakon pranja elemenata natoka

Tabela 3.3 Mehaničke osobine clupak papira

Measurement	2	7	11	16	21	Average	Min	Required Max
Gramatura	70,8	71,6	70,4	70,8	70,7	70,86	67,9	72,1
Debljina, µm	103	102	100	102	104	102,2		
Otpornost prema kidanju 3 uzdužno, kN/m	5,73	6,04	5,66	5,66	5,89	5,8	4,94	
Otpornost prema kidanju 3 poprečno, kN/m	4,49	5,09	5,08	4,78	4,55	4,8	3,89	
Index kidanja uzdužno, Nm/g	80,93	84,36	80,4	79,94	83,31	81,85	70	
Index kidanja poprečno,Nm/g	63,42	71,09	72,16	67,51	64,36	67,74	55	
Rastezljivost uzdužno, %	6,94	6,93	7,14	7,11	7,39	7,1	6,2	7,2
Rastezljivost poprečno, %	8,78	8,45	7,6	8,53	10,77	8,83	7,2	8,2
Dužina kidanja uzdužno, m	**8260**	**8610**	**8200**	**8150**	**8500**	**8344**		
Dužina kidanja poprečno, m	**6470**	**7260**	**7360**	**6890**	**6560**	**6908**		
TEA uzdužno, J/m2	219	230	221	221	231	224,4	196	
TEA poprečno, J/m2	245	262	236	250	293	257,2	199	
Index TEA uzdužno J/g	3,09	3,21	3,14	3,12	3,27	3,17	2,8	
Index TEA poprečno, J/g	3,46	3,66	3,35	3,53	4,14	3,63	2,85	
Otpornost prema cijepanju uzdužno, mN						784	700	
Otpornost prema cijepanju poprečno, mN						863	770	
Index cijepanja uzdužno, mN						11,06	10	
Index cijepanja poprečno, mN						12,18	11	
Površinska apsorpcija gornja, g/m2						29		35
Površinska apsorpcija donja, g/m2						32		35
Otpornost prema vazduhu	16	18	19	16	20	17,8		21
Vlaga, %						5,92	5	7
Otpornost prema prskanju, kPa								
Kompresijska otpornost RCT								
TEA MD+CD	464	492	457	471	524	481,6	385	

Tabela 3.4 Mehaničke osobine kraft papira

Measurement	2	7	11	16	21	Average	Min	Required Max
Gramatura	71,2	70,7	71	70,8	71,2	70,98	67,9	72,1
Debljina, µm	109	105	105	104	108	106,2		
Otpornost prema kidanju 3 uzdužno, kN/m	7,21	7,46	6,79	6,24	7,15	6,97	5,98	
Otpornost prema kidanju 3 poprečno, kN/m	3,8	3,93	4,62	4,33	4,36	4,21	3,71	
Index kidanja uzdužno, Nm/g	101,26	105,52	95,63	88,14	100,42	98,2	85,5	
Index kidanja poprečno,Nm/g	53,37	55,59	65,07	61,16	61,24	59,31	53	
Rastezljivost uzdužno, %	2,82	2,68	2,77	2,8	2,86	2,79	2,5	
Rastezljivost poprečno, %	9,87	7,66	7,45	7,17	10,32	8,49	7	
Dužina kidanja uzdužno, m	**10320**	**10760**	**9740**	**8980**	**10240**	**10008**		

Measurement	2	7	11	16	21	Average	Min	Required Max
Dužina kidanja poprečno, m	**5440**	**5660**	**6630**	**6230**	**6240**	**6040**		
TEA uzdužno, J/m2	131	123	122	114	128	123,6	100	
TEA poprečno, J/m2	242	200	224	202	279	229,4	173	
Index TEA uzdužno J/g	1,84	1,74	1,72	1,61	1,8	1,74	1,43	
Index TEA poprečno, J/g	3,4	2,83	3,15	2,85	3,92	3,23	2,47	
Otpornost prema cijepanju uzdužno, mN						824	700	
Otpornost prema cijepanju poprečno, mN						863	770	
Index cijepanja uzdužno, mN						11,61	10	
Index cijepanja poprečno, mN						12,16	11	
Otpornost prema prskanju, kPa								
Površinska apsorpcija gornja, g/m2						26	25	35
Površinska apsorpcija donja, g/m2						29	25	35
Otpornost prema vazduhu	21	23	28	28	26	25,2		30
Vlaga, %						5,95	5	7
TEA MD+CD	373	323	346	316	407	353		

ZAKLJUČAK

Nakon provedene analize svih parametara koji mogu uticati na orijentaciju vlakana i odnos MD i CD dužine kidanja papira došlo se slijedećg zaključka:

1. Odnosom brzine isticanja mase iz natoka i brzine sita se može uticati na odnos MD:CD mehaničkih osobina papira, ali u mjeri da su uvijek MD dužina kidanja papira veća od CD dužine kidanja.
2. Kontrolom isticanja mase na krajevima formirajućeg sita što se radi podešavanjem formatnih lajsni se može mijenjati odnos MD i CD dužine kidanja papira na krajevima sita, ali uvijek je i nakon podešavanja veća MD od CD dužine kidanja.
3. Kontrolom otvora usta natoka se može uticati na promjenu MD i CD dužine kidanja i u svakom slučaju je MD veća od CD dužine kidanja. Otvorom usta natoka se kod izrade iste gramature papira može poboljšati formacija i profil proizvedenog papira.
4. Grijanjem unutrašnjosti natoka se na određen način može uticati na orijentaciju vlakana na situ papir mašine. Ako je temperatura suspenzije i temperatura lipne različita dolazi neujednačene deformacije lipne i na taj način na pojedinim pozicijama može doći do obrnutih mehaničkih osobine papira pri čemu je CD dužine kidanja veća od MD dužine kidanja.
5. Detaljnim čišćenjem dufuzora i unutrašnjosti natoka od organskih i neorganskih naslaga hemijskim putem (sa HCL i NaOH), te mehaničkim putem pranjem vodom pritiska većim od 400 bara su u potpunosti nečistoće odstranjene, a mehaničke osobine su nakon navedenih aktivnosti su takve gdje su MD dužina kidanja veća od CD dužine kidanja.

Literatura

[1] Tehnička dokumentacija rekonstrukcije PM-4,

[2] John Shakespeare, Valmet automation

[3] Duraković H., „Proizvodnja clupak papira“, Planjax Tešanja 2010.godine

Presenting author:
Husejin Duraković
Natron-Hayat d.o.o.
Maglaj, BiH
E-mail: husejin.durakovic@natron-hayat.ba

EFIKASNOST SISTEMA ZA PRANJE NEBIJELJENE ČETINARSKE CELULOZE

EFFICIENCY OF WASHING SYSTEM FOR UNBLEACHED SOFTWOOD CELLULOSE

Armina Čamić[1], Šefkija Botonjić[2], Mirko Stanić[3]
[1]Natron-Hayat d.o.o. Maglaj
[2]Metalurško-tehnološki fakultet, Univerzitet u Zenici
[3]Natron-Hayat d.o.o. Maglaj

Izvod

Svrha pranja celuloze je da se dobije celuloza koja ne sadrži neželjene topljive tvari. Efikasnost sistema za pranje celuloze se procjenjuje prema količini rastvorenih tvari koje budu uklonjene i količini vode za pranje koja se upotrijebi za uklanjanje tih rastvorenih tvari. Linija pranja je jedno od ključnih područja za razmatranje produktivnosti, cijene koštanja i profitabilnosti fabrike celuloze. Nesumnjivo, dobro kontrolisana linija pranja smanjuje cijene u drugim postrojenjima te tako povećava profitabilnost cijele fabrike. Primarni cilj istraživanja je da se utvrdi uticaj parametara na kvalitet procesa pranja celuloze te da se izračuna efikasnost za svaki stepen pranja.

***Ključne reči**: pranje celuloze, faktor razrijeđenja, gubitak alkalija*

Abstract

The purpose of cellulose washing is to obtain cellulose that does not contain unwanted soluble substances. The efficiency of the cellulose washing system is estimated by the amount of solvents to be removed and the amount of washing water used to remove these dissolved substances. The washing line is one of the key areas for considering the productivity, cost and profitability of the cellulose factory. Undoubtedly, a well-controlled washing line reduces prices in other plants, thereby increasing the profitability of the entire plant. The primary goal of the research is to determine the influence of parameters on the quality of the pulp washing process and to calculate the efficiency for each degree of washing.

***Keywords**: celluloze washing, dilution factor, alcaly loss*

UVOD

Pranje celuloze donosi razne pogodnosti, kao što su minimiziranje hemijskog gubitka, maksimiziranje dobijanja organskih supstanci u cilju dalje obrade ili spaljivanja, smanjenje uticaja na okolinu, maksimiziranje mogućnosti ponovne upotrebe hemikalija i očuvanja energije, i posljednje, ali ne i najmanje važno – dobijanje čiste celuloze kao konačnog proizvoda. Parametri za opis procesa pranja podjeljeni su u dvije grupe: gubitak alkalija koji opisuje količinu perivih materija u suspenziji celuloze koje treba da budu uklonjene i faktor razrijeđenja koji predstavlja količinu vode potrebne za proces pranja. Rezultati pranja mogu imati pozitivne ili negativne uticaje na druga postrojenja. Važno je naći optimalnu operativnu tačku procesa pranja jer bez efikasnog rada tog dijela, proizvodnja nije ekonomično održiva. Uklanjenje rastvorljivih supstanci treba biti sa minimumom utroška vode, a u isto vrijeme da celuloza bude čišća što je moguće više. Ovi ciljevi su kontradiktorni stoga je izazov kreirati kompromis koji bi dao povoljne ekonomske i okolišne rezultate.

TEORIJA O PRANJU CELULOZE

Svrha pranja celuloze je da se dobije celuloza koja ne sadrži neželjene topljive tvari. Pranje celuloze se postiže ili čistom vodom ili, češće, tečnošću za pranje određenog sastava. Koristi se opći termin „tečnost za pranje“ da se opiše i čista voda i tečnost za pranje.

Parametri pranja koji utiču i određuju proces nekog sistema za pranje su: faktor razrijeđenja, koncentracije na ulazu i izlazu , pH vrijednost, temperatura ili sadržani zrak.

Bitni su parametri specifični za opremu, kao što su određena brzina kretanja, mehanički pritisak ili pritisak tečnosti ili vakuma**.** Neki od gore navedenih parametara se mogu prilagoditi, dok su neki svojstveni za jedan određeni korak u procesu ili za dio opreme. Odabrana kombinacija parametara za pranje zavisi od pojedinačnih zahtjeva pranja koje se primjenjuje i obično predstavlja kompromis. Pored parametara o specifičnoj opremi i parametara vezanih za proces, ključno je uzeti u obzir i karakteristike celuloze, uz karakteristike drenaže i sorpcije kao najvažnijih faktora. Karakteristično reagovanje celuloze zavisi, od vrste drveta, Kappa broja, prethodnog procesa kuhanja i bilo kojeg prethodnog mehaničkog tretmana.

Vremenom je predloženo nekoliko metoda kojima bi se opisao omjer toka tečnosti u filteru. Taj jedini najvažniji parametar – koji je također uspio da se pojavi i u praktičnoj primjeni – je faktor razrijeđenja. Ne postoji razrijeđenje filtrata i faktor razrijeđenja tada iznosi 0. Bilo kakvo dodavanje tečnosti za pranje koje povećava količinu filtrata preko količine tečnosti u ulaznom toku celuloze će razrijediti filtrat. U tom slučaju, faktor razrijeđenja je pozitivan. Bilo kakvo dodavanje tečnosti za pranje koje smanjuje količinu filtrata ispod količine tečnosti u ulaznom toku će također smanjiti količinu filtrata. Onda je faktor razrijeđenja negativan. Kad je faktor razrijeđenja prenesenog pranja negativan, dio kontaminirane tečnosti ostaje u celulozi i izlazi iz filtera kao zaostatak. Očigledno je da jedna faza pranja može biti efikasna samo ako ima pozitivne faktore razrijeđenja. Postoji jasna veza između efikasnosti u pranju i faktora razrijeđenja na način da se efikasnost u pranju poboljšava za većim faktorima razrijeđenja. Međutim, postoji granica za efikasnost pranja koja je povezana sa fizičkim ograničenjima koja se odnose na prodiranje tečnosti kroz kolač od celuloze.

Koncentracija ulaznog toka celuloze ima veliki uticaj na potrošnju električne energije i na dizajn opreme. S jedne strane, niska koncentracija na ulazu znači da se velike količine filtrata upumpavaju do tački rastvaranja prije filtera, a posljedica toga je da je potrebno mnogo električne energije za upumpavanje. Sa druge strane, koncentracija mase na ulazu određuje količinu tečnosti koja se mora otkloniti iz otopine celuloze u zoni za izdvajanje tečnosti unutar opreme za pranje. Koncentracija na ulazu ima značajan utjecaj na kapacitet pojedinačnih filtera. Ako sa filtera izlazi masa visoke koncentracije, a idući korak u procesu se odvija pri srednjoj ili niskoj koncentraciji, potrebno razrijeđivanje nudi pravu priliku za prilagođavanje temperature ili vrijednosti pH. To obično vodi do uštede hemikalija, vode i energije.

Kako temperatura raste, povećana difuzija vodi tendenciji ka boljoj efikasnosti pranja. Više temperature vode ili tečnosti za pranje dovode do umjerene prednosti u kapacitetu, što se može i očekivati od poboljšanog isticanja zbog niže viskoznosti tečnosti. Poboljšana drenaža se može očekivati ako se smanji pH celuloze koja ima visoku alkalnost.

Drenaža počinje da se poboljšava kad se vrijednost pH smanji ispod 11 i izjednači na oko 9,5. Dalje smanjenje ispod ove tačke ne poboljšava dalje pranje. Umjesto toga, postoji rizik da će ponovno taloženje rastvorenog lignina na vlakna uticati na njihovu kvalitetu. Brzina filtera utiče na debljinu kolača i na vrijeme zadržavanja na bubnju filtera. Optimalna brzina bubnja ovisi o mehaničkoj strukturi bubnja, površini bubnja i proizvodnji. Prema literaturnim podacima najbolji rang za brzinu bubnja je između 2 i 3,5 ob/min. Među ciljevima koji su postavljeni u procesu pranja je brzina vraćanja u prvobitno stanje ili, češće, brzina transfera. Transfer predstavlja količinu supstance koja zajedno sa celulozom napusti sistem pranja. Često se taj transfer izražava kao vrijednost hemijske potrošnje kisika (COD) ili natrij sulfatni gubitak (Na_2SO_4).

Natrijev gubitak ilustrira iznos natrija izgubljenog iz ciklusa regeneracije hemikalija. Efikasnost sistema za pranje celuloze se procjenjuje prema količini rastvorenih tvari koje budu uklonjene i količini vode za pranje koja se upotrijebi za uklanjanje tih rastvorenih tvari. Faktor efikasnosti E se definiše kao broj faza idealnog miješanja u protustrujnom slapu sa konstantnim omjerima tečnosti i protoka filtrate. Faktor E zavisi od vrste opreme za pranje, od načina na koji oprema radi, od vrste celuloze koju treba oprati, od temperature i sastava tečnosti koje učestvuju u procesu, i, naravno, također od difuzije i fenomena sorpcije. To je prvobitno posmatrao Norden za filtere sa rotacionim bubnjem , ali također važi kao tačna tvrdnja za savremenu opremu za pranje. Trenutno je Nordenov faktor efikasnosti najpraktičnija forma za određivanje efikasnosti pranja.

Modificirani faktor efikasnosti E10 se može izračunati iz bilo kojeg faktora E:

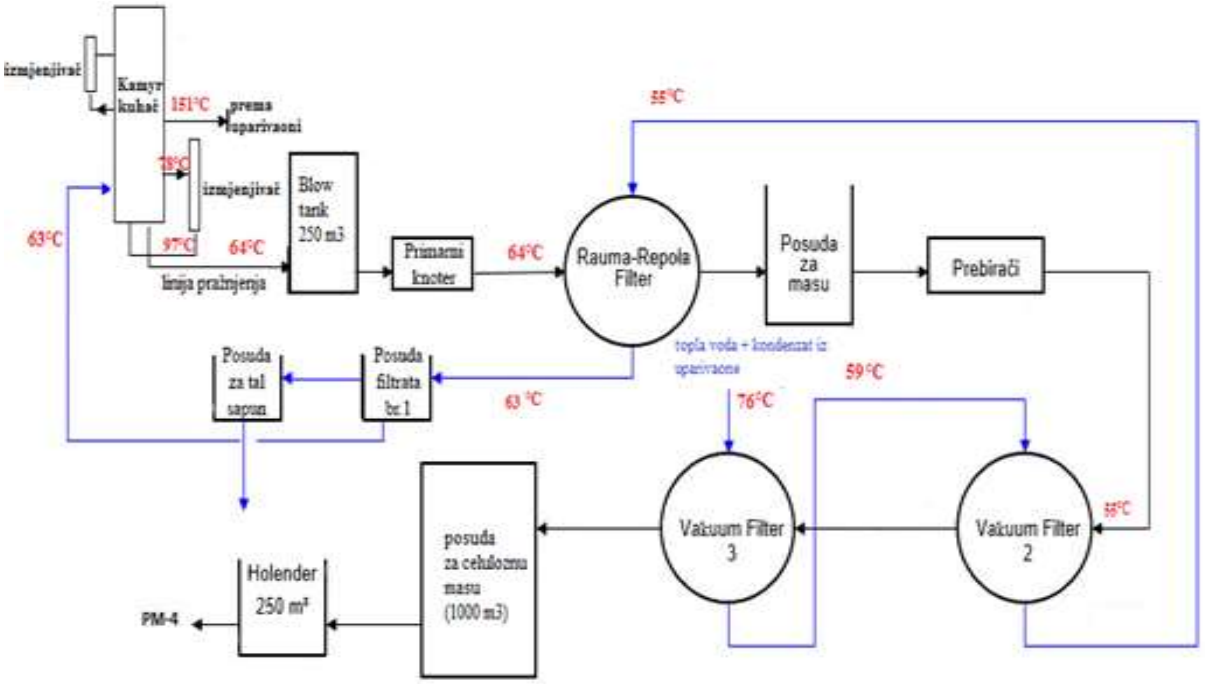
$$E_{10} = \frac{\log\left(1 + \frac{DF}{\frac{1}{c_{iz}} - 1}\right)}{\log\left(1 + \frac{DF}{9}\right)}$$

Tabela 1. Podaci za ulaznu koncentraciju, izlaznu koncentraciju i faktor efikasnosti za različitu opremu u procesu pranja celuloze

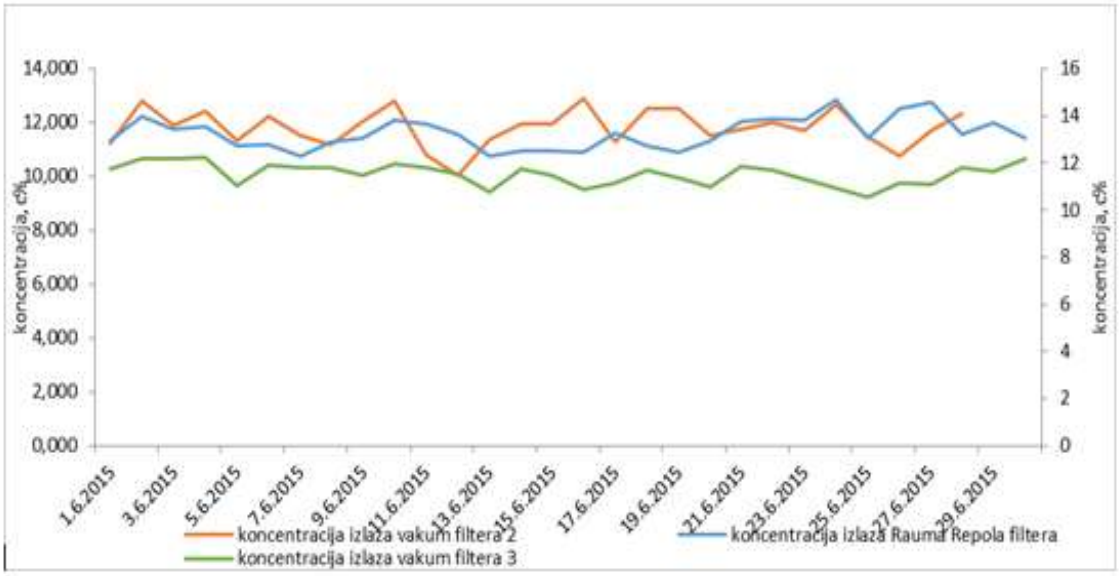
Oprema za pranje celuloze	Ulazna koncentracija, %	Izlazna koncentracija, %	E10 za COD DF=2.78 t/bdt
Kontinuirani kuhač	10	10	4-8*
Modificirani diskontinuirani kuhač	7-10	7-10	2-3*
Difuzer pod pritiskom	10	10	4-6
Jednofazni atmosferski difuzer	10	10	3-5
Dvofazni atmosferski difuzer	10	10	7-8
Presa	3-9	28-35	3-7
Filter pod pritiskom	3-4	12-14	3-5
Vakum filter	1-2	12-14	2-4
Jednofazni DD filter	4-10	12-14	4-5
Dvofazni DD filter	4-10	12-14	8-11
Trofazni DD filter	4-10	12-14	11-13
Četverofazni DD filter	4-10	12-14	13-16

REZULTATI I DISKUSIJA

Podaci su prikupljeni u proizvodnom pogonu celuloze, zatim analitičkim, fizikalnim i mehaničkim metodama ispitivani u laboratoriji Natron-Hayat po zadanim standardima. Primarni cilj istraživanja je da se utvrdi uticaj parametara na kvalitet procesa pranja celuloze nakon kuhanja u Kamyr kuhaču i gubitak alkalija u tom procesu kao glavnog parametra, te utvrdi koji su parametri koji negativno utiču na proces uz postavljanje zavisnosti osobina i uticajnih faktora koji doprinose kvalitetu i efikasnosti pranja te da se izračuna efikasnost za svaki stepen pranja. Od navedenih faktora određeni broj njih se mjeri i podešava direktno u toku procesa proizvodnje pomoću instaliranih uređaja dok se za ostale parametre vrše laboratorijska ispitivanja u fizikalnoj, analitičkoj i tehnološkoj laboratoriji



Slika 1. *Prikaz prosječnih vrijednosti temperatura u zonama pranja nebijeljene četinarske celuloze u pogonu filter praone za analizirani period*

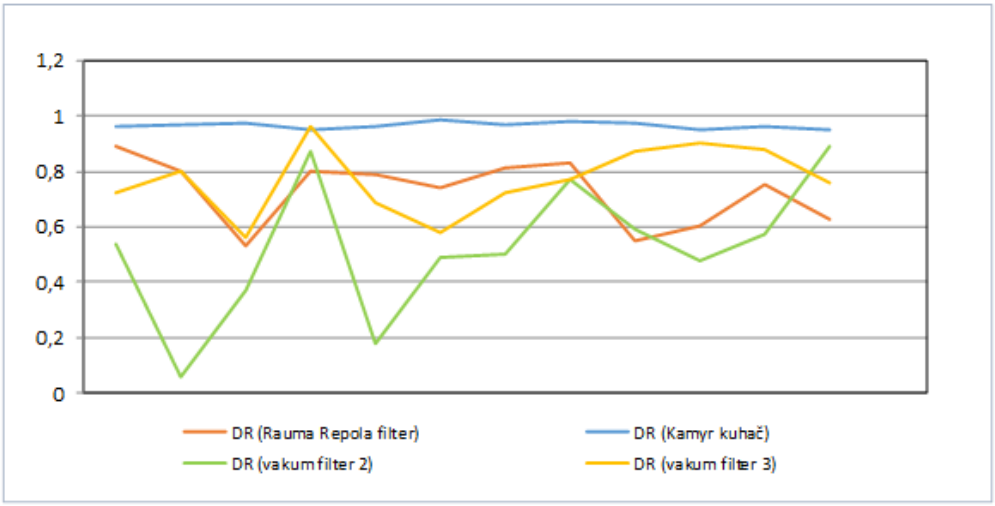


Slika 2. *Prikaz rezultata za koncentracije celulozne mase na izlazu sa filtera u pogonu filter praone*

Tabela 1. Rezultati proračuna faktora razrijeđenja (DF), faktora efikasnosti pranja (DR,E, E10) u pogonu Kamyr kuhača i filter praone

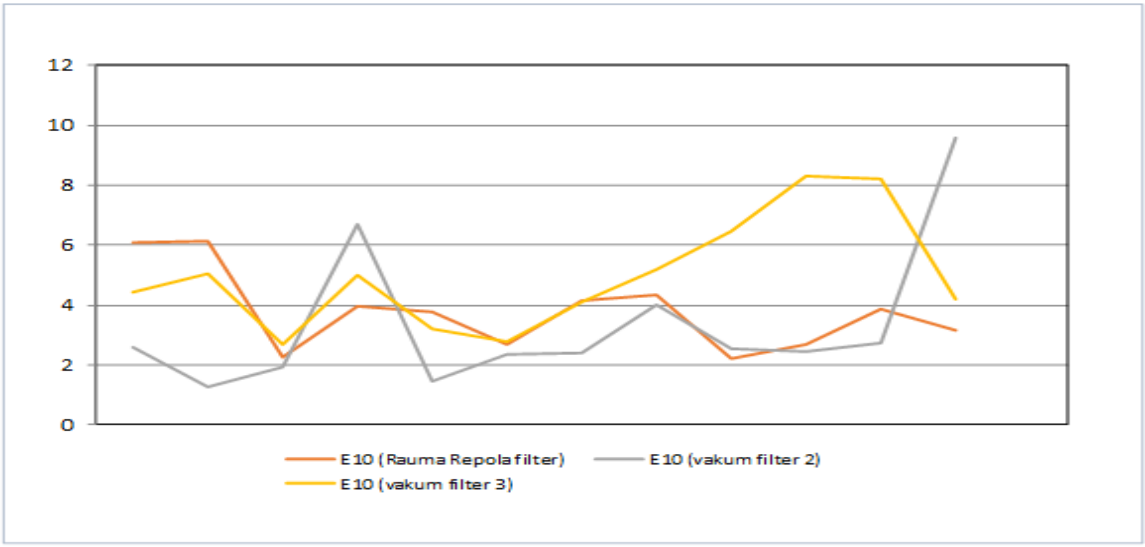
KAMYR KUHAČ													
BROJ ANALIZA	1	2	3	4	10	11	12	13	14	15	16	17	PROSJEK
PROIZVODNJA BDT/H	286,52	286,52	286,52	286,52	258,91	286,53	286,53	286,53	276,17	259	259	300	279,90
EFIKASNOST PRANJA U KUHAČU,%	96,43	96,9	97,26	95,29	96,01	98,15	96,9	98,04	97,36	95,3	96,5	95,29	96,62
KAPPA BROJ	37,4	34,7	46,9	39,9	41	42	47	44	41	39	45,7	46,1	42,06
DF	2,2	2,2	2,2	2,2	2,4	2,2	2	2	2,2	1,7	1,7	1,7	2,05
RAUMA REPOLA FILTER													
DR	0,89	0,8	0,53	0,8	0,79	0,74	0,81	0,83	0,547	0,605	0,753	0,63	0,73
DF	2,28	0,27	1,6	2,66	2,69	1,68	2,5	2,66	2,86	1,47	1,93	0,82	1,95
E	4,69	4,5	1,73	3	2,88	2,04	3,21	3,36	1,69	2,07	2,96	2,36	2,87
E10	6,09	6,11	2,26	3,97	3,78	2,7	4,16	4,35	2,19	2,70	3,86	3,13	3,78
VAKUMSKI FILTER 2													
DR	0,54	0,06	0,37	0,87	0,18	0,49	0,5	0,77	0,59	0,48	0,574	0,89	0,53
DF	1,25	1,36	1,13	1,17	2,47	1,17	1,1	2,19	2,4	0,55	1,2	0,63	1,39
E	1,95	0,96	1,46	5,13	1,1	1,77	1,83	3,09	1,96	1,82	2,08	7,2	2,53
E10	2,57	1,27	1,92	6,7	1,43	2,33	2,41	4,01	2,54	2,42	2,75	9,6	3,33
VAKUMSKI FILTER 3													
DR	0,72	0,8	0,56	0,96	0,69	0,58	0,72	0,77	0,87	0,9	0,88	0,76	0,77
DF	1,13	1,48	1,13	0,84	2,47	1,17	1,1	0,67	1,85	1,259	1,09	1,67	1,32
E	3,35	3,81	2	3,08	2,48	2,1	3,09	3,88	4,9	6,31	6,2	3,2	3,70
E10	4,42	5,04	2,69	5	3,19	2,77	4,08	5,16	6,45	8,31	8,2	4,2	4,96

Na Slici 3 dat je prikaz rezultata proračuna za efikasnost pranja u Kamyr kuhaču i na filterima u pogonu filter praone za analizirani period



Slika 3. *Prikaz rezultata efikasnosti pranja u Kamyr kuhaču i filterima u pogonu filter praone za analizirani period*

Na Slici 4 dat je prikaz rezultata za faktor efikasnosti pranja E10 za svaki uređaj pojedinačno u pogonu filter praone za analizirani period.



Slika 4.*Prikaz rezultata za faktor efikasnosti pranja E10 za svaki uređaj pojedinačno u pogonu filter praone za anlizirani period*

ZAKLJUČCI

Koncentracija je jedan od ključnih parametara dobre efikasnosti pranja na filterima. Visoka koncentracija na ulazu u fiter je zahtjva za efikasno i ekonomično pranje. Previsoka koncentracija na ulazu djeluje negativno na rad vakumskih filtera poveznih u seriju. Glavni razlog za održavanje niske koncentracije dotoka je da bi se postiglo nastajanje izjednačenijeg prekrivača celuloze na cilindru. Iznad ovih koncentracija u natoku, celuloza teži nakupljanju i formira grumenje vlakana koji formiraju klupko na licu filtera. Rezultat toga je drastičan pad u efikasnosti pranja. Osnovni princip dobrog pranja zahtijeva da svako vlakno mora da dobije svoj dio tečnosti za pranje. Ovo zahtijeva da se postigne prekrivač jednake osnovne težine, preko cijele dužine filtera. Ako se prekrivač loše formira, tečnost za pranje će teći oko nakupina i vlakna unutar nakupina neće biti oprana. Uz kanalisanje zbog nakupina u celuloznom kolaču, nejednaka bazna težina preko cijelog lica cilindra će rezultirati u disproporcionalnoj količini potrebne tekućine za pranje koja je dostupna svakom vlaknu.

Vrlo je važno imati stabilnu temperaturu u cijelom procesu pranja. Više temperature tečnosti za pranje dovode do umjerene prednosti u kapacitetu, što se može i očekivati od poboljšanog isticanja zbog niže viskoznosti tečnosti. Također temperatura ima veliki uticaj na efikasnost uklanjanja zaostalog lignina tj. difuziju. Povećanje temperature u zoni pranja povećava se efikasnost pranja celuloze što se direktno manfestuje na ostalim sepenima pranja..

Efikasnost instaliranih uređaja za pranje u Natron Hayatu u sva četiri stepena je potpuna zadovoljavajuća. Efikasnost pranja izražena preko DR u Kamyr kuhaču kao prvom stepenu pranja ima vrijednost 0,96, a DR za filterska postrojenja :Rauma Repola filter 0,73 (drugi stepen pranja), vakum filter broj 2 iznosi 0,53 (treći stepen pranja), a za vakum filter broj 3 iznosi 0,78 (četvrti stepen pranja). Efikasnost pranja izražena kao E10 za filterska postrojenja iznose : Rauma Repola filter 3,78 (drugi stepen pranja), vakum filter broj 2 iznosi 4,95 (treći stepen pranja), a za vakum filter broj 3 iznosi 3,33 (četvrti stepen pranja) i u skladu su sa svjetskim standardima za datu opremu.

Iako su dobiveni rezultati u Natron Hayatu zadovoljavajući i u skladu sa mogućnostima instaliranih uređaja i opreme, linija za pranje celuloze je jedno od ključnih područja inoviranja, poboljšanja i investiranja čime se obezbjeđuje tehnička efikasnost ukupnog tehnološkog procesa proizvodnje celuloze (efikasnost pranja, smanjenje gubitka alkalija, povećava kvalitet proizvedene i oprane celuloze i dr), unaprijeđuje zaštitu životne sredine, poboljšava stepen regeneracije hemikalija, veće iskorištenje toplote, te u konačnici utiče na produktivnost, cijene koštanja i profitabilnost fabrike celuloze.

Literatura

[1] A. Mačković: Uticaj procesnih parametara na gubitak alkalija u proizvodnji nebijeljene četinarske celuloze, Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Tuzla 2016

[2] Š. Botonjić: Proizvodnja celuloze i papira, teorija i praksa, Metalurško-tehnološki fakultet, Univerzitet u Zenici, 2017

[3] Grabov K.: The effect of pulp washing on bleaching efficieny, Lappeenranta University of Technology,2009, 36-51

[4] Sanbos R., Hart P.: Brown Stock Wshing, Atlanta

[5] Allen L.H.,Lapointe C.L.: Temerature and Ph: Important variables for deresination in kraft brownstock washing, Pulp and Paper Canada 104 (12: T294-297), 2003

[6] Villarreal H.: Assessment and enhancement of the performace of the pulp washing operation in kraft mills,2011, 1-48

[7] Kovasin, K. : Pulp washing as a part of black liquor process, Espoo, Finland, 2002 ,33p.

[8] Norden, H.V. : Analysis of a pulp washing filter, Konian Teollisus, 1966; 4:343-351

[9] Kopra, R.: Application of the refractometar in the measurment and monitoring of brownstock washing, Finland, 2015, 12-13, 16, 18-20

Authors:
magistar, Armina Čamić, dipl.inženjer
Natron-Hayat d.o.o. Maglaj
vanr. prof.dr. Šefkija Botonjić, diplomirani inženjer
Metalurško-tehnološki fakultet, Univerzitet u Zenici
Mirko Stanić, diplomirani inženjer-tehnički direktor
Natron-Hayat d.o.o. Maglaj

ON THE INTERACTION OF MODIFIED UREAFORMALDEHYDE OLIGOMERS IN FIBROUS SUSPENSIONS

INTERAKCIJA MODIFIKOVANIH UREAFORMALDEHIDNIH OLIGOMERA U SUSPENZIJAMA VLAKANA

Natalia Zholnerovich, Irina Nikolaichik
Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

Abstract

The article is devoted to the study of the interaction of urea-formaldehyde oligomers (UFO) modified by different ratios carbamide : ε-caprolactam with cellulose fibers. It is established that the fibrous suspension can achieve isoelectric point by reducing the electronegativity of obtained carbamide oligomers. It is shown that in an aqueous medium the interaction of oligomers is possible due to their adsorption by the surface of cellulose fibers due to ion-dipole interaction involving water dipoles.

Keywords*: interaction, fiber, urea-formaldehyde oligomers, caprolactam, ζ-potential, cationic demand, dewatering, retention*

Izvod

Ovaj rad je posvećen izučavanju međusobnog dejstva urea formaldehidnih smola (UFO) modifikovanih različitim smešama karbamid : ε-kaprolaktam sa celuloznim vkalnima. Utvrđeno je da suspenzija vlakana može da dostigne izoeletričnu tačku redukovanjem elektronegativnosti dobijenih oligomera karbamida. Pokazano je da je u vodenoj sredini interakcija između oligomera moguća zahvaljujući njihovoj adsorpciji na površini celuloznih vlakana zahvaljujući jon-dipol interakciji u koju je uključen i dipol molekula vode.

Ključne reči*:interakcija, vlakna, urea-formaldehidni oligomeri kaprolaktam, ζ-potencial, katjonski zahtev, odvodnjavanje, retencija*

INTRODUCTION

Fibrous suspension is a multicomponent polyphasic lyophilic hydrosuspension, the main component of which is plant fibers. Their electrokinetic parameters and adsorption properties largely determine the direction of the stock preparation processes and subsequent stages of paper making. The electrokinetic potential (ζ-potential) arising from the contact of plant fibers with water and the amount of interfering substances (anionic trash) in the fibrous semifinished product (cationic demand), as well as the nature of the changes of these parameters, when the pulp is prepared, determine the effectiveness of the interaction of plant fibers with each other and with chemical additives. Due to the control of the electrokinetic parameters of the stock preparation process, higher paper strength and fines retention is provided, as well as stability of the main paper making processes is improved [1, 2].

The using of urea-formaldehyde oligomers modified with ε-caprolactam is due to their ability to increase the mechanical paper properties when the fibrous suspension is sizing in a neutral medium. However, their use significantly affects the interaction between components as well as the formation of paper web macrostructure and has a remarkable effect on various unit processes in papermaking and final properties of commercial product, which is an important aspect of modern technology. To achieve the targeted quality of the finished products, the dosed chemicals in the wet end should lead to an interaction with the fibers.

MATERIALS AND METHODS

The object of the study were fibrous suspensions in which the content of modified UFO, synthesized at various mass ratios of carbamide : ε-caprolactam (in the range 1 : 0...1 : 0.5), was different.

First, the pulp (waste paper) was beaten in PFI mill (Tappi T 248) at 35–38°SR; than the pulp was diluted to 1.0% and functional and process chemicals was added in the following sequence: cationic starch Hi-

Cat C 323A (0.8% of a. d. f.), alkyl ketene dimmer Hydrores 225YP (0.16% of a. d. f.) and a sample of modified oligomers with various consumption of 0.5–2.0% of a. d. f.

Fiber potential analyzer FPA (AFG Analytic GmbH, Germany) was used to determine the charge of fibers in disperse systems containing modified urea-formaldehyde oligomers.

Charge analyzing system CAS (AFG Analytic GmbH, Germany) was used to determine the ionic demand of 0.1% aqueous solutions of KFO and content of anionic trash (cationic demand) by polyelectrolyte titration. The volume of standard cationic titrant (Poly-DADMAC) consumed to reach isoelectric point (0 mV of streaming potential) of samples was recorded. The cationic demand (*CD*, μeq/L) were calculated by following formulations respectively:

$CD = (V_1 \times C_1)/V_2$,

where V_1 is the volume of polyelectrolyte titrant (mL), C_1 is titrant concentration (μeq/L), V_2 is the volume of analyzed sample (mL).

The use of both CAS and FPA allows us to estimate the necessary amount of chemicals on the fibers to guarantee the desired quality of the finished products.

A Shopper Riegler tester with a closed bottom orifice was used to study kinetics of dewatering process fibrous suspensions. The determination of dewatering time, which is necessary to separate the specified amount of water with free dewatering on the wire screen of Shopper Riegler tester, was carried out according to the Canadian method. The fibrous suspension concentration was 0.3%.

The retention of the fine fiber was determined бы using weighting method.

RESULTS AND DISCUSSION

The production of modified urea-formaldehyde oligomers of anionic character is due to the synthesis conditions. The electronegativity of modified UFO decreases with increasing ratio urea : ε-caprolactam (Fig. 1). This leads to a decrease in electrostatic repulsion when they interact with the negatively charged fiber surface. As evidenced by the results shown in Fig. 2, ζ-potential of the fibers decreases and the fibrous dispersed system approaches the isoelectric state when the ratio of urea : ε-caprolactam is 1: 0.5.

The interaction of modified UFO with cellulose fibers can be attributed to the combined effect of adsorption and electrostatic forces. However, it is probably that the nature of the charge of modified UFO (the presence of COOH groups) is weaker than the nature of the cellulosic fibers charge. In this case, the negatively charged macromolecules of modified UFO block the hydroxyl groups of cellulose, which make a larger contribution to the value of the ζ-potential, which makes the fiber suspension tend to an isoelectric point when the ratio of urea : ε-caprolactam increases. Thus, the addition of modified UFO in the amount of 0.5% of a.d.f. provides for an increase ζ-potential of fibers from –10.7 to –9.3 mV (Fig. 3a). There is also a slight change of cationic demand (Fig. 3b) in the range of 46-50 μeq / L, which shows that the modified UFO is not consumed by exchange reactions with anionic trash, but interacts with the fibers.

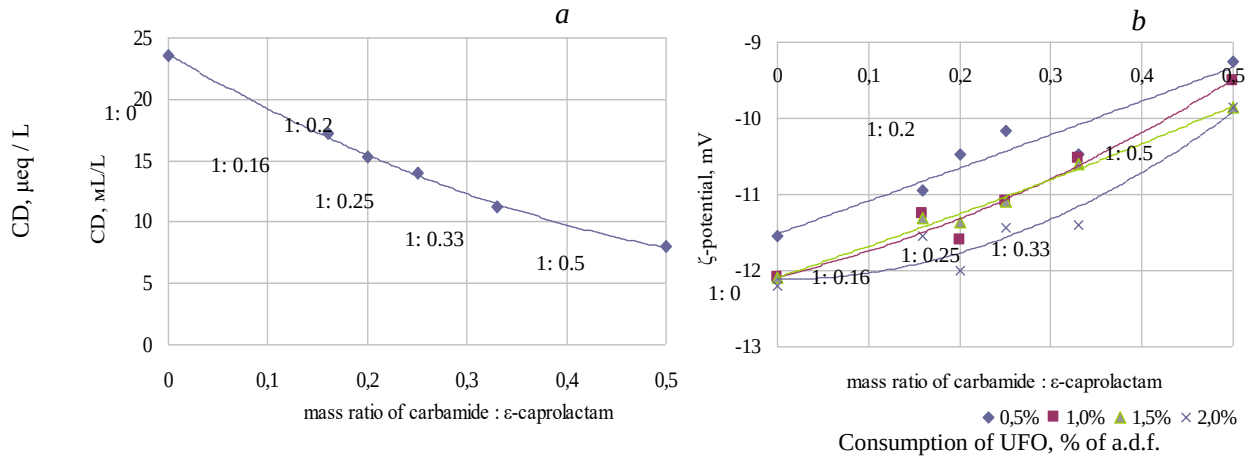


Figure 1. Cationic demand of 0.1% aqueous solutions of UFO (a) and ζ-potential of fibers (b) depending on the consumption UFO and mass ratio of urea / ε-caprolactam

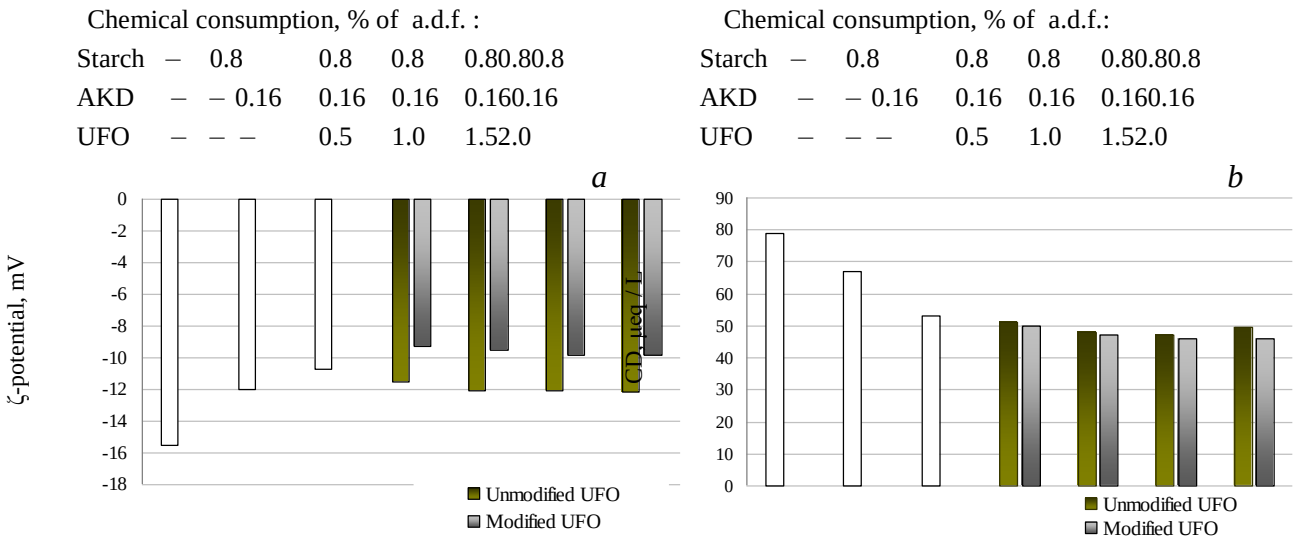
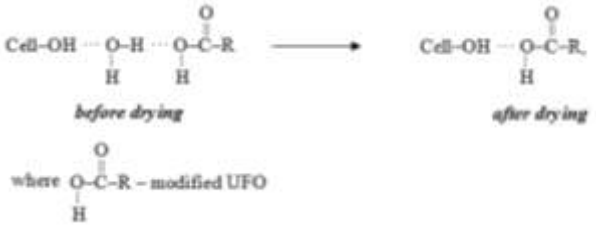


Figure 2. ζ-potential of fibers (a) and cationic demand (CD) fibrous suspension (b) depending on the consumption of UFO

At the same time, the addition of unmodified UFO to the composition of fibrous suspensions leads to decreasing ζ-potential of fibers from –10.7 to –11.6 ... –12.2 mV in the measured range consumptions of the oligomers.

This behavior of the system can be explained by adsorption of modified carbamide-formaldehyde oligomers on the fiber surface due to ion-dipole interaction involving water dipoles. In this case, the water molecules are not displaced from the surface of the fibers, but form a bond according to the scheme, as shown below.

Further formation of bonds during drying paper will develop mainly by the mechanism of the hydrogen bonds formation. This will provide to create additional inter-fiber hydrogen bonds and increase the mechanical paper properties.



The decrease in the electronegativity of investigated UFO also contributes to the acceleration of dewatering (Fig.3a) and to the increase of fine fiber retention in the paper structure (Fig.3b). As the carbamide : ε-caprolactam ratio increases from 1 : 0 to 1 : 0.5, the dehydration rate increases from 17.1 to 28.2 cm^3/sec and the suspended solid content decreases from 63.0 to 54.8 mg/L.

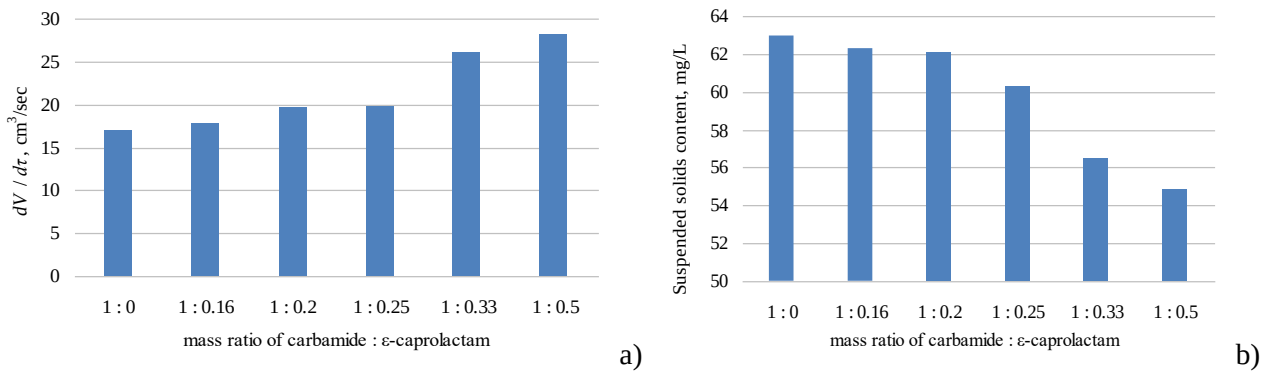


Figure 3. Drainage (dV/dτ) (a) and suspended solids content (b) depending on the mass ratio urea / ε-caprolactam

This indicates that the drainage of the fibrous suspension improves in the presence of modified UFO as the content of ε-caprolactam in the UFO composition increases.

CONCLUSION

Thus, ε-caprolactam, acting as a modifier of urea-formaldehyde oligomers, has been shown to decrease the anion character of the oligomers, while the cationic demand and the negative electrokinetic potential of fiber decrease, indicating that the system tends to the isoelectric point. In this state of the system, the dewatering of fiber suspension is accelerated, the retention of components on the wire of paper machine is improved, and the effective using of chemical additives in the production cycle is provide. This helps to increase and stabilize the paper quality and processability of the production process.

References

Handbook of Paper and Board. H. Holik WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, p. 505, 2006.

Handbook of pulping and papermaking / by Christopher J. Biermann, 2nd ed., Academic Press Limited, London, p. 754, 1996.

Corresponding author:
Natalia Zholnerovich
Belarusian State Technological University,
13a, Sverdlova, Minsk, Belarus.
E-mail: nzholnerovich@gmail.com

COMPARISON OF ANISOTROPY OF DEFORMATION PROPERTIES OF TOP LINER BOARD FROM PRIMARY AND RECYCLED FIBER

POREĐENJE ANIZOTROPIJE DEFORMACIONIH SVOJSTAVA PREMAZNIH KARTONA OD PRIMARNIH I RECIKLIRANIH VLAKANA

Anastasiia Romanova[1], Yakov Kazakov[1], Roman Vipolzov[2]
[1]Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia
[2]LLC «Suhonsky BPM», Sokol, Russia

Abstract

The effect of the direction of the fiber orientation in a cardboard sample on the deformation properties when the tensile test on cardboard with a white top layer was studied. The properties of cardboard from primary and secondary fibers were compared. Quantitative regularities between the fiber orientation and the elastic and strength characteristics of cardboard were established. It has been shown that a more objective estimate of the anisotropy degree is given by the integral exponent $\Sigma Y_\alpha/Y_{CD}$. The anisotropy degree of stiffness and extensibility was higher in cardboard from the primary fiber and the degree of anisotropy of strength – in the cardboard from recycled fibers.

***Keywords**: anisotropy, deformation properties, white top liner board, primary fibers, recycled fibers, the uniaxial tensile test.*

Izvod

U radu je izučavan efekat orijentacije vlakana u uzorku kartona na deformaciona svojstva prilikom ispitivanja zatezanjem. Upoređena su svojstva kartona od primarnih i sekundarnih vlakana. Utvrđene su kvantitativne regularnosti između orijentacije vlakana i elastičnih svojstava i jačine kartona. Pokazano je da je objektivniji proračun stepena anizotropije dat integralnim eksponentom $\Sigma Y_\alpha/Y_{CD}$. Stepen anizotropije krutosti i rastegljivosti je viši kod kartona od primarnih vlakana, a stepen anizotropije jačine kod kartona od recikliranih vlakana.

***Ključne reči**: anizotropija, deformaciona svojstva, beli premazni hromo karton, primarna vlakna, reciklirana vlakna, jednoosni test zatezanjem*

INTRODUCTION

All types of paper and cardboard manufactured by PM and CM have explicit predominant longitudinal orientation of their fibers. Consequently, anisotropy of physical and mechanical properties in the sheet plane has place to be. Anisotropy of properties pulp and paper materials have substantially determines the quality of paper and cardboard [1,2].

Mechanical characteristics of a paper sheet (in plane) when subjected to the uniaxial tensile test are important properties of many popular types of pulp and paper materials. Elasticity modulus regulates the quality of material at small deformations, as well as its structural and bending stiffness.

It can be asserted that "stress-strain" curve may be regarded as the indicator of a structure condition of pulp and paper material. It is justified because any changes in the structure causes to changes in the run of "stress-strain" curve and accordingly in the values of deformation characteristics [5].

Recent results have shown that changing the direction of the load application with respect to the axis of the preferential fiber orientation leads to a significant change in the form of the curve [4]. It is explained by anisotropy of the fibrous structure of paper and cardboard.

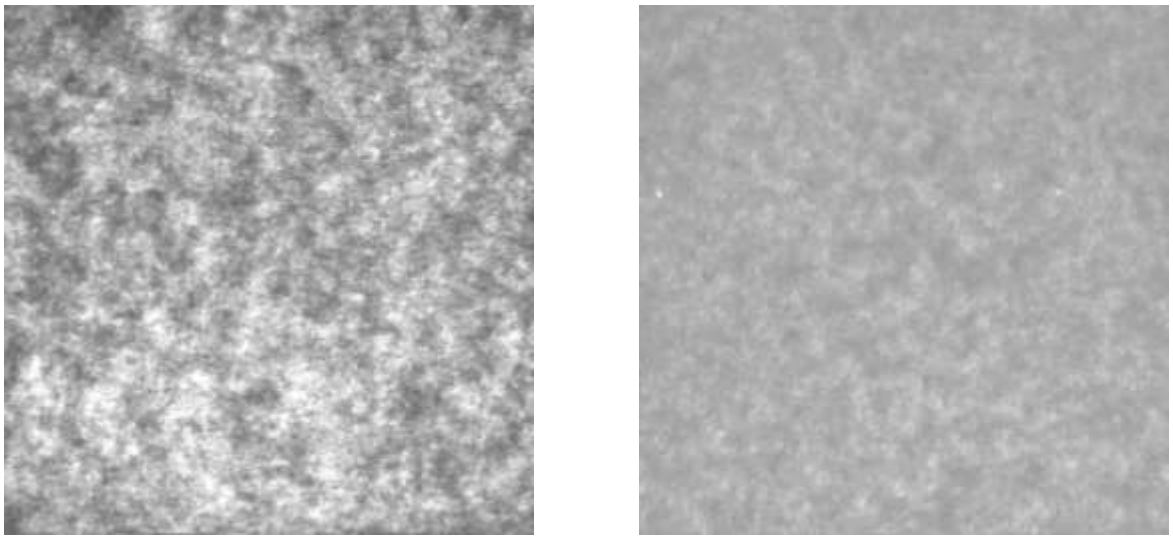
As it was theoretically and experimentally proved the paper structure is fixed by inter-fiber bonds formed by hydrogen bonds, Van-der-Waals and mechanical friction forces. It is also known that in the variation of the cutout angle the stiffness and strength decrease with increasing stretchability.

Changes in the direction of fiber orientation in a sample correlate with a change in the ratio of the contributions of intra-fiber and inter-fiber bonding forces. It is reasonable due to the resistance the material has to deformation.

EXPERIMENT

We carried out comparative studies of anisotropy for white top liner board from primary and recycled raw materials. The objects of study (further in the text, "top liner" and "test liner" board from primary and recycled raw material respectively) had different fiber composition and were manufactured by CM at variable speeds. They also had differences in the magnitude of their properties. Moreover, both of them had a significant heterogeneity of their structure intrinsic to a single sheet as well as to different samples of the cardboard. The structural heterogeneity was estimated by means of the formation index.

The figure 1 shows that the structural heterogeneity of top liner board from primary fiber was significantly higher.



a *b*

Fig. 1 The images of the samples of white top liner board obtained due to PTI formation tester: a – from primary fiber ("top liner"), Formation Index = 245; b – from recycled fiber ("test liner"), Formation Index = 150

To quantify and further compare deformation characteristics of white top liner board we conducted the two-stage experiment:

1st – for "top liner" board,

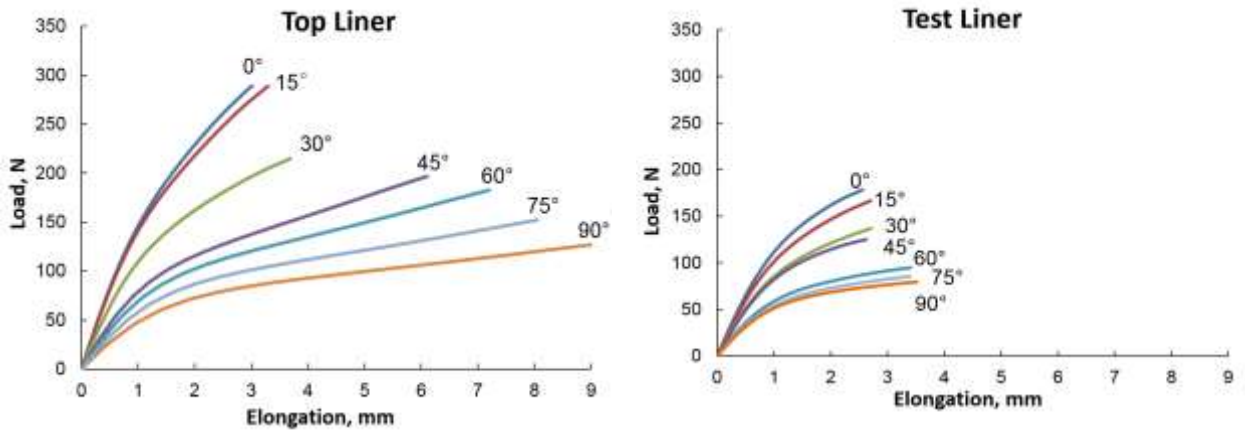
2nd – for "test liner" board, (both weighting 125 g/m^2) (Fig. 1).

A few sheets were preliminarily selected in accordance with TSO angle with the values approaching zero. The series of samples were prepared in form of strips with dimensions of 200×25 mm. The strips were cut out at the angles 0,15,30,45,60,75,90° to the machine direction (MD) (three samples in each of 7 series).

The samples (strips) underwent the uniaxial tensile test with the test length of 100 mm and speed of 10 mm/min. The process was conducted from the start of loading and until the exact failure moment by means of ITS-101 tensile (vertical) tester and accompanied with a simultaneous registration of "the load-elongation" curves, Fig. 2.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 2 shows the "load-elongation" curves of the "top liner" and "test liner" board samples. The curves visually demonstrated differences in their length and slope with respect to a cutout angle of the strips to MD, i.e. to the fiber orientation.



a *b*

Fig. 2. "Load-elongation" curves of "top liner" and "test liner" board samples with the cutout angles of 0…90˚ to MD: a – top liner from primary fibers; b – test liner from recycled fibers

The dependences, Fig. 2, clearly demonstrated anisotropy of properties of "top liner" and "test liner" board when subjected to the uniaxial tensile test. The curves showed:

- the decrease of stiffness in the elastic strain region,
- the decrease of the value of the elastic limit and
- the increase of the total deformation before breaking the sample with increasing its cutout angle to MD.

All observations above were conditioned by the preferential orientation of pulp fibers in the structure of a cardboard sheet. The obtained dependences were different:

- in the values of stresses and strains,
- in the disposition of the curves for the samples with cutout angles of 30,45 and 60° with respect to MD and CD. The angles are connected to the anisotropy degree of the samples, strength and length of fibers constituting the structure of cardboard.

It is accepted to present the research results of anisotropy of properties of solid materials in polar or grid coordinates. The polar indicatrices of the strength anisotropy are more illustrative and distinguished by the central symmetry.

In fact, fibers in paper and cardboard structure are generally located symmetrically to MD of the web. Therefore, it is sufficient to determine the inhomogeneity nature of a material in only seven ($n = 7$) directions of investigation within one, for example, the first quadrant. The directions are used to construct a one-fourth of the polar indicatrix for the strength anisotropy. The remaining three fourths, according to review data [1], if it is necessary, can be constructed by means of extrapolation. Similarly, the results of anisotropy of properties are graphically depicted in a grid coordinate system.

The graphical estimation of paper and cardboard anisotropy in the form of indicatrices is highly illustrative. It shows the directions of extreme (maximum, minimum) strengths, and also informs about its numerical values in any other direction of the web. The presentation of data in such form is convenient for analyzing the structure and properties of paper and cardboard web.

To note, at the present time this approach is presented simplistically. The data obtained in two quadrants provide relatively more information. It is conditioned by:

- the development in the formation technology of paper and cardboard,
- the implementation of new methods for the instrument analysis of anisotropy of paper and cardboard structure and properties.

The following characteristics that evaluate the different sides of the mechanical properties of white top liner board were selected for the analyses:

- the elastic modulus or Young's modulus E_1, MPa, as a characteristic of the elasticity and stiffness of cardboard,
- the stress-at-break (the ultimate tensile stress) σ_p, as a characteristic of strength,

- the strain-to-failure (the fracture strain) ε_p,%, as a characteristic of extensibility,
- the work of fracture, A_p, mJ, as an integral evaluation of the static and dynamic strength of the material.

The indicatrices of anisotropy for the above characteristics of the "top liner" and "test liner" board are shown in Fig. 3.

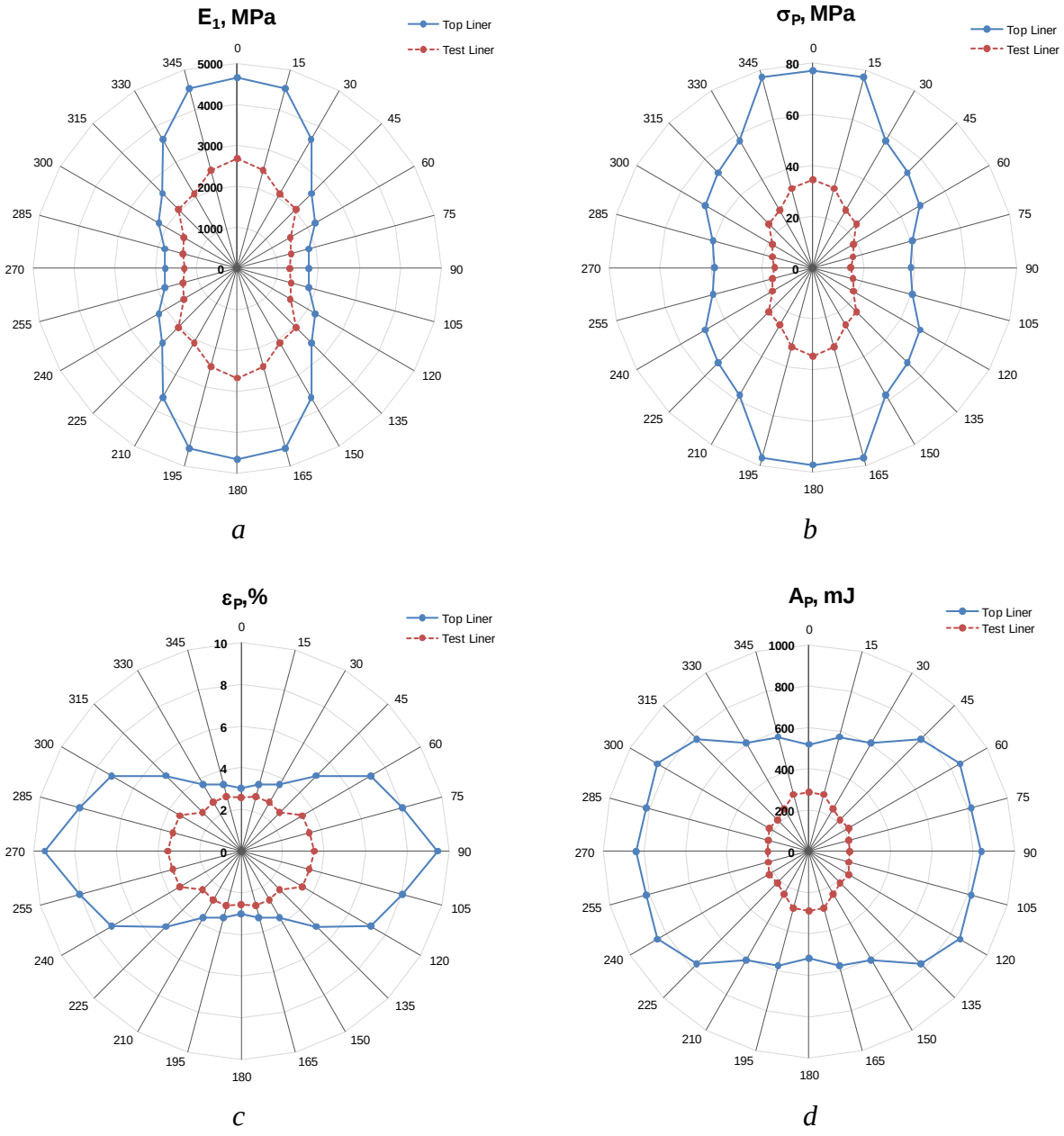


Fig. 3. Indicatrices of anisotropy for the cardboard samples: a – the elastic modulus, MPa; b – the stress-at-break, MPa; c – the strain-to-failure, %; d – the work of fracture (the load), mJ

The graphs show that different properties of white top liner board had a different degree of their anisotropy. Moreover, the properties of fibers (primary or recycled) also played a different role.

Particularly, for the elastic modulus, Fig. 3 (*a*), the elasticity of the "test liner" board approximated to the elasticity of the "top liner" board. It was conditioned by a large difference in values for MD direction and increasing the cutout angle of the samples. In contrast, the difference became insignificant for CD direction.

The difference in strength (the stress-at-break) of the "top liner" and "test liner" board samples, Fig. 3 (*b*), was significant and approximately the same for all directions.

The fracture strain (the strain-to-break) evaluates the extensibility of cardboard. This characteristic demonstrates that the elasticity of the "test liner" board samples drastically decreased. The opposite effect was for the "top liner" board samples, Fig. 3, (*c*). It was observed with increasing the cutout angle of the samples and at the small difference in values for MD direction. In contrast, the difference increased up to 300% for CD direction.

The work of fracture, Fig. 3 (*d*), integrates strength and extensibility, which was reflected on the form of indicatrixes.

There is illustrated the rate of change in the characteristics with increasing the cutout angle of the samples in Fig. 4. The values for the MD direction were taken as 100%. The findings showed that the elastic and strength properties reduced, the extensibility and work grew up.

The figure 4 (*a*,*b*) shows that in the case of the "test liner" board samples:

- the rate of decrease in the elastic modulus was rather larger,
- the rate of decrease in strength was rather smaller.

The extensibility of the samples increased by 40% for cardboard from recycled fiber, by 220% for cardboard from primary fiber, Fig. (*c*).

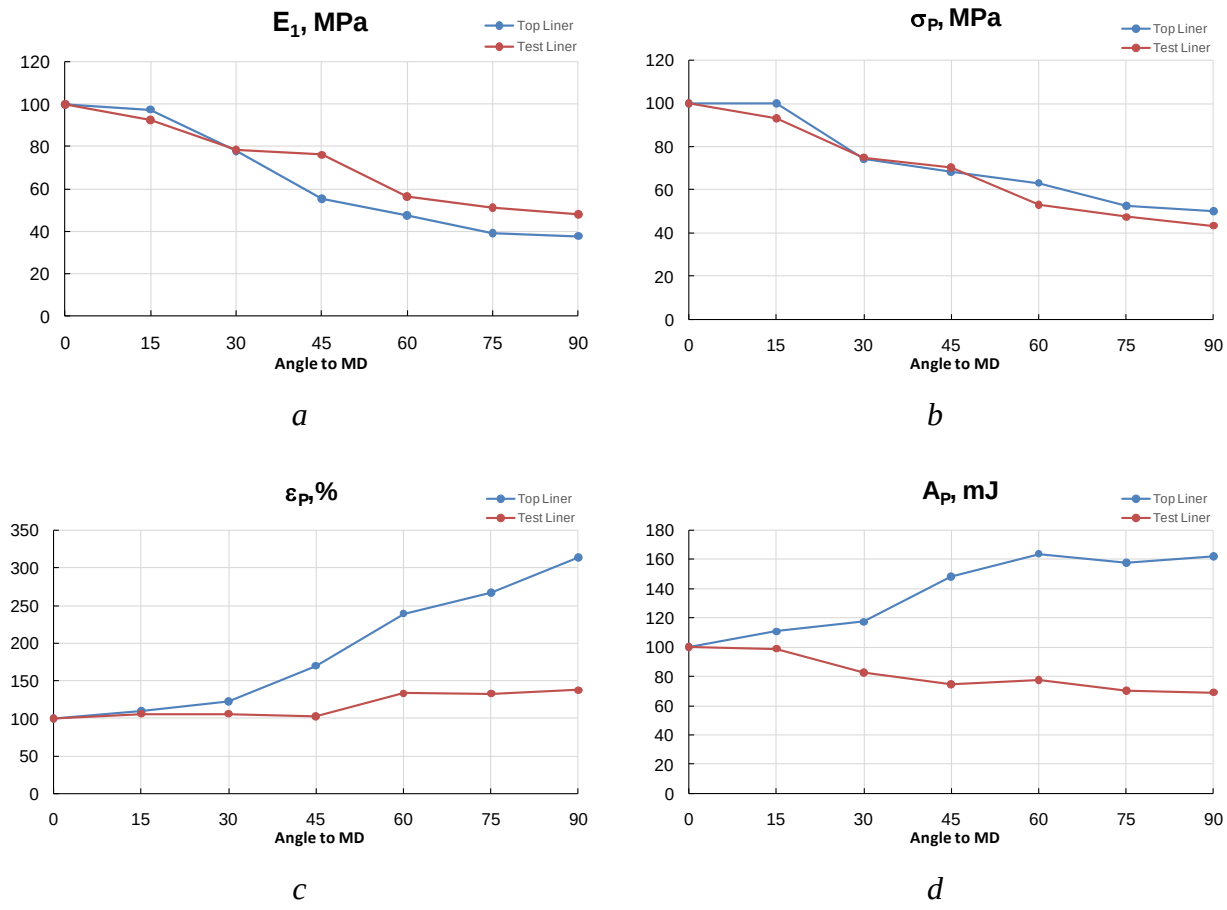


Fig. 4. The relative change in the characteristics of white top liner board depending on the cutout angle of the samples: a – the elastic modulus, MPa; b – the stress-at-break, MPa; c – the strain-to-failure, %; d – the work of fracture (the load), mJ

As for the work of fracture, Fig. 4 (*d*), the trends were opposite. This characteristic acted as follow:

- grew up for the "top liner" board sample due to the contribution of extensibility, and
- reduced for the "test liner" board samples due to the contribution of strength.

Nevertheless, the increase in extensibility didn't compensate the reduction in strength.

To quantify the anisotropy degree of mechanical properties of paper and cardboard the simplest index is used. It is defined as the ratio of measured indicators of mechanical properties along the main directions of

the cardboard web (machine/cross), Y_{MD}/Y_{CD}. However, this is inadequate, since the variation of properties along the intermediate directions of the web is not taken into account [1].

In order to evaluate anisotropy in a more objective way, it is necessary to measure the numerical values of chosen parameter Y_α from a given number of directions of the web. As a rule, measurements are conducted at the angular spacing ($\alpha \geq 15°$), because there is no the significant difference at $\alpha \leq 15°$.

As exponent of the anisotropy degree the sum of ratios of parameter Y_α to its value for the cross direction Y_{CD}: $\Sigma\, Y_\alpha/Y_{CD}$ was taken. The results of calculations for the "top liner" and "test liner" board samples are presented in Table 1.

Table 1. The anisotropy degree of the characteristics of white top liner board in accordance to the fibrous raw material in its composition

Characteristics	Top Liner		Test Liner	
	Y_{MD}/Y_{CD}	$\Sigma\, Y_\alpha/Y_{CD}$	Y_{MD}/Y_{CD}	$\Sigma\, Y_\alpha/Y_{CD}$
E_1, MPa	2,65	1,72	2,08	1,49
σ_p, MPa	2,00	1,45	2,31	1,59
ε_p, %	0,32	0,60	0,73	0,85
A_p, mJ	0,62	0,85	1,45	1,19

The anisotropy degree grew up with increasing the indexes at their values ≥ 1, the opposite effect was at their values ≤ 1.

The two indexes by means of which the anisotropy degree was estimated are underneath:

- the integral exponent – $\Sigma\, Y_\alpha/Y_{CD}$, and
- the generally accepted –Y_{MD}/Y_{CD}.

In the first variant, the integral index was smaller than in the second variant, in all cases. Consequently, the more adequate evaluation of anisotropy was given. Thus, the contribution of the intermediate directions of the tensile test was taken into account.

The degree of anisotropy on stiffness and extensibility was higher for the "top liner" board samples. The degree of anisotropy on strength was higher for the "test liner" board samples. Hereby, the contribution of the strength of the fibers themselves and of inter-fiber bonds was taken into account.

CONCLUSIONS

The two-stage experiment including the uniaxial tensile test with a constant speed and based on further analysis of "stress-strain" curves was implemented.

The evaluation of distinctions in the deformation behavior of white top liner board from primary and recycled fibrous raw material was given.

The regularities of stress and strain growing in the samples with the different structure were established.

The comparative analysis of white top liner board samples from primary and recycled fiber was made. The quantitative regularities connecting the direction of the fiber orientation and anisotropy of elastic and strength characteristic of cardboard were specified.

The change in the values of the deformation characteristics at the deviation of the predominant angle of the fiber orientation from MD to CD was associated with:

- the change in the ratio of the contribution of intra-fiber and inter-fiber bonds, and

- the anisotropy value connected to the fiber length and forming conditions on the CM wire.

It was concluded, that a more objective estimation of the anisotropy degree was given by the integral exponent $\Sigma\, Y_\alpha/Y_{CD}$.

The degree of anisotropy on stiffness and extensibility was higher for cardboard from primary fiber. The degree of anisotropy on strength was higher for cardboard from recycled fiber.

References

[1] 1. Beloglazov V.I., Guriev A.V., Komarov V.I. Anisotropy of deformability and strength of containerboard and methods of its evaluation. – Arkhangelsk: State Technical University, 2005. 252 p.

[2] 2. Kazakov, Y.V. The structure and properties of laboratory anisotropic samples from pulp and paper materials. / Pulp, paper and cardboard. 2013.№ 6. pp.56–60.

[3] 3. Kazakov, Y.V., Romanova, A.N., Chukhchin, D.G. Effect of fiber orientation degree on paper deformation properties. "The issues in mechanics of pulp and paper materials": Proceedings of III Intern. Scientific-techn. Conf. (Arkhangelsk, September 9-11, 2015) // North. (Arctic.) Feder. Univ. (RU), Arkhangelsk. Arkhangelsk. 2015. pp. 298–303.

[4] 4. Kazakov Ya., Romanova A. Effect of paper sample-forming conditions on deformational behavior of paper /22 nd International symposium in the field of pulp, paper, packaging and graphics, June, 13-16, 2017/ Proceedings. Zlatibor, Serbia, 2017. P.95–98.

[5] 5. Komarov, V.I., Kazakov, Y.V. Analysis of pulp and paper materials mechanical behavior on application of the tensile load / Forestry Bulletin by MSTU. 2000. № 3 (12). pp.52–62.

Authors:
Yakov Kazakov, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
17, Severnaya Dvina Emb, Arkhangelsk, Russia.
E-mail: j.kazakov@narfu.ru

Anastasiia Romanova, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
17, Severnaya Dvina Emb, Arkhangelsk, Russia.
E-mail: anastasiiaromanov@gmail.com

INDUSTRIJSKA SVAKODNEVNOST, KLIMA I OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

INDUSTRIAL EVERYDAY LIFE, CLIMATE AND RENEWABLE ENERGY SOURCES

Vladimir VALENT
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko - metalurški fakultet, Beograd, Srbija

Izvod

Polazeći od direktiva Evropske unije ukazano je na značaj izvora energije za potrebe industrijske proizvodnje. Razmotrena je emisija CO_2 i gasovite faze proizvoda sagorevanja fosilnih goriva i njihov uticaj na klimatske promene na planeti Zemlji. Ukazano je na korišćenje i značaj obnovljivih izvora energije u svetu i u industriji Srbije kao i na neophodnost povećanja energijske efikasnosti industrijskih procesa. S tim u vezi je i savremen obrazovni proces i celoživotno obnavljanje znanja i usavršavanje.

Kljčne reči:

Abstract

Starting from the European Union directives, it is pointed out the importance of the energy source for the needs of industrial production. The CO_2 emissions and gaseous phases of fossil fuel combustion products and their impact on climate change on Earth are considered. It is pointed out the use and importance of renewable energy sources in the world and in the Serbian industry as well as the necessity of increasing the energy efficiency of industrial processes. In this regard, there is a contemporary educational process and lifelong renewal of knowledge and improvement.

Keywords:

UVOD

Savremena proizvodnja materijalnih dobara, posebno industrijska, moguća je uz intenzivno korišćenje energije za pripremu, proizvodnju, transport, skladištenje, održavanje i čuvanje proizvoda. U tom pogledu topljenje rude i dobijanje metala kao i proizvodnja papira energijski su najzahtevniji industrijski sektori koji u svetskim razmerama, u korišćenju različitih izvora energije, učestvuju/1/ čak sa oko 70% u odnosu na celokupan konzum svih oblika energije u svetu. Iz takvih razloga u tim granama industrije neophodno je dodatno angažovanje naučno - stručnog potencijala radi analize stanja, procesa a nakon toga i predloga rešenja za inoviranje procesa, smanjenje korišćenja energije po jedinici (mase, zapremine) dobivenog proizvoda. Samim tim to bi se svodilo i na obezbeđenje povećanja energijske efikasnosti i tih procesa.

U pogledu korišćenja energije proizvodnja papira se ubraja u energetski intenzivnu granu industrije. Taj zaključak se odnosi kako na potrebne iznose energije u obliku toplote za procese pripreme materijala tako i termičko sušenje suspenzije i nastale trake papira (u sušnici) tako i na iznose električne energije neophodne za rad svih delova postrojenja za proizvodnju papira.

DIREKTIVE EVROPSKE UNIJE I PRAKSA U SRBIJI

Evropska unija (dalje EU) je svojim direktivama značajnu pažnju posvetila energiji i energijskoj efikasnosti ne samo u industriji već i komunalnih/3/ kao i stambenih objekata/3/ (u starogradnji ekonomski opravdanih ulaganja i obavezno u novogradnji). Poseban naglasak dokumenti EU ukazuju na potrebu povećanja korišćenja energije uključujući i uštede energije. Takav zahtev podrazumeva i specifična tehničko - tehnološka rešenja za sagorevanje goriva u industrijskim kotlovima za proizvodnju vodene pare neophodnog energijskog (termodinamičkog) potencijala (zahtevane temperature i radnog pritiska) i masenog (zapremiskog) protoka. U procesima sušenja/4/ takav zaključak važi i za agens za sušenje – najčešće nezasićen vlažan vazduh čije termodinamičko stanje i protok obezbeđuju efikasno odnošenje isparene vlage; tokom

tretmana ovlaženog vazduha (kao primaoca isparene vlage iz sušećeg materijala) moguće je ponovno korišćenje obrazovanog kondenzata bridova (vodene pare nastale usled isparavanja vlage u sušnici postrojenja) kao i eventualna, dodatna, recirkulacija obrađenog vazduh pripremljenog za ponovne potrebe sušenja (uz i dodatno predgrevanje vazduha do potrebnog termodinamičkog stanja[/4/]) vlažnog materijala.

Slično pomenutom međunarodne konferencije o klimi i klimatskim promenama[/5/] (promenama u odnosu na predindustrijski period – okvirno računat za 1750. god.) značajne su zahteve postavile pred vlade i parlamente svih država sveta i za sve zagađivače čovekove okoline. Osnovni cilj je, prema dokumentima tih konferencija[/5,7/], smanjenje zagađivanja okoline nastalo emisijom štetnih gasova i prašine tokom sagorovenja fosilnih goriva (ugalj, nafta, gas). Zagađivače čine: CO_2, tro- i višeatomni oksidi azota (N_xO_y), metan (CH_4), voda (H_2O u obliku gasovite, tečne i čvrste faze), oksidi sumpora (S_xO_y) označeni kao gasovi sa efektima staklene bašte[/1,6/] i prašine (čestice mikroskopske veličine). Ti zahtevi se odnose na očuvanja okoline i obezbeđivanje smanjenja i time i smanjenog uticaja emisije štetnih gasova i prašine (ugljen-dioksida i drugih gasova nastalih tokom industrijskih procesa i sagorevanja fosilnih goriva i dodatno nastajanje prašine) na čovekovo okruženje i održivost diverziteta biološkog sveta i života. Dodatno se to odnosi na klimatske promene i ustanovljeno otopljavanje planete Zemlje koje je praćeno i smanjenjem (nekoliko milimetarske) debljine njenog ozonskog (molekul O_3) omotača a time do površine Zemlje i dospevanje povećanih iznosa energije ultravioletnog zračenja Sunca (štetnog za čoveka i deo živih bića). Ta pojava je označena kao "ozonska rupa"; "rupa" je nastala u atmosferi na samo nekim geografskim širinama planete i pod dejstvom prisutnih, štetnih, gasova a pre svega gasovite faze freona - halogenog derivata ugljovodoničnih jedinjenja i razlaganja freona pod dejstvom apsorbovane energije zračenja. Tokom razlaganja freona oslobađaju se i nastaju hemijski aktivni, nascentnog stanja, atomi halogenih elementa koji razarajući molekule O_3 prouzrokuju i smanjenje debljine sloja ozona.

U odnosu na predindustrijski period merenjima je ustanovljeno da je od tog perioda do 2017. godine temepratura Zemlje porasla[/8/] za 1,3ºC. K tome "...globalne emisije CO_2 takođe nastavljaju rast; od 1990. godine povećane su za gotovo 50%, a većina dolazi iz zemalja u razvoju[8]...". Smatra se da smanjeno prisustvo ili čak odsustvo proizvodnje gasova s efektom staklene bašte može biti obezbeđeno povećanim korišćenjem obnovljivih izvora energije[/9/] - energije biomase, solarne energije – polja solarnih kolektora (u SRB solarno polje od **1 MW kod naselja Tancoš u Vojvodini; proširenje već postojećeg u Leskovcu, snage od 220 KW, na još dodatnih 650 KW)[/10/]**, eolske energije–polja vetrogeneratora (u SRB u Tutinu od 500 kW; prošle godine puštena su u rad još dva vetrogeneratora ukupne snage 16,5 MW; postoje odluke Vlade SRB za izgradnju vetroelektrana u Kovinu, Kovačici, Alibunaru, Plandištu i Vršcu)[/11/] te korišćenje voda površinskih vodotokova, akumulacija tečne faze vode, geotermalne energije. Za primorske države zanimljiva je i energija plime i oseke mora. To se posebno odnosi na biomasu koja svoj razvoj i opstanak vezuje za apsorpciju CO_2 iz atmosfere planete Zemlje (u koju gas CO_2 dospeva pre svega zahvaljujući sagorevanju fosilnih goriva). Naime, tokom fotosinteze (u lišću biljaka a pod dejstvom energije zračenja Sunca) ugljen - dioksid se preobražava u hranljive materije potrebne za rast biljke pri čemu se istovremeno oslobađa i kiseonik (gas O_2). Time je tokom sagorevanja biomase udeo proizvodnje CO_2 i zagađivanje okoline (i tim gasom) ravno nuli. Fotosintezom se naime iskoristi onoliko CO_2 gasa koliko se CO_2 gasa proizvede hemijskom reakcijom sagorevanja te, iskorišćene, biomase.

U tablici 1 dati su podaci o procenjenim i očekivanim iznosima korišćenja obnovljivih izvora energije u Srbiji[/16/] sa prognozama za period 2007÷2012. godina.

Tablica 1. Strateški ciljevi za period 2007÷2012. god. iskorišćenja obnovljivih izvora energije u Srbiji[/16/]

Izvor energije	*Godišnji potencijal energije*	*Godišnje uštede energije*
Biomasa	*100,4 PJ*	*100,4 PJ*
Hidorenergija		
- velike hidrocentrale	*5200 GWh*	*16,6 PJ*
- 856 malih hidrocentrala od kojih		*8,3 PJ*
90% sa kapacitetom od 1 MW	*1800 GW*	
Geotermalna energija	*78,3 Pj*	*8,3 PJ*
Energija vetra	*7,9 PJ*	*7,9PJ*
Solarna energija	*26,7*	*26,7*

Korišćenje solarne, eolske i geotermalne energije u SRB je u samom povoju. Tek u narednom višegodišnjem periodu mogao bi se očekivati povećan udeo tih oblika energije (i u obliku naizmenične

električne struje) u industrijskim pogonima, u širokoj potrošnji SRB a time i u domaćinstvima. Posebno se to odnosi na solarne kolektore korišćene za zagrevanje vode, vode za sanitarne i druge potrebe a tiče se i drugih izvora energije za najrazličitije namene.

KLIMA, STANJE I OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U SRBIJI

Izvesno je, saglasno dokumentima EU, da se očekuje bitno smanjenje korišćenja fosilnih goriva (goriva u kojem izvor energije čini najčešće ugljenik – molekul C – često i bespotrebno označena kao ugljenikova goriva). Prema strategijama EU do 2050 godine očekuje se da emisija gasova sa efektima staklene bašte opadne za oko 60% u odnosu na te emisije u 1990. godini. Bez sumnje u tom opredeljenju uloga pripada i SRB. To zbog toga što u SRB za industrijske potrebe i dobivanje električne energije više od 66% potreba, za tom vrstom energije, pripada sagorevanju (niskokvalitnetnog) uglja. Polazeći od naznačenog svet se upravo nalazi na pragu energetske malougljenikove budućnosti[/12/], budućnosti u kojoj ugalj neće biti osnovni izvor za različite oblike energije potrebne kako u industriji tako i za potrebe najšireg društvenog konzuma.

Pomenuti uslov podrazumeva i zahtev za povećanjem energetske efikasnosti[/13/] kako industrijskih tako i svih ostalih procesa uključujući i korišćenje energije u domaćinstvima. Na području EU očekuje se da to bude ostvareno u iznosu od 20% do 2020. godine[/12/].

Uočeno je da CO_2 i drugi gasovi sa efektom staklene bašte nagomilavanjem u atmosferi planete Zemlje ugrožavaju uslove života i sav njen biološki svet. To ugrožavanje se pripisuje povećanoj proizvodnji ugljen - dioksida i drugih višeatomnih gasova tokom sagorevanja (korišćenja) fosilnog goriva (pre svega uglja i nafte) za mnoštvo industrijskih grana i dobivenih proizvoda kao i za potrebe grejanja stanovništva (toplane i kogenerativna postrojenja).

U Tablici 2 dati su za 2016. godinu procenjeni podaci o najvećim emiterima ugljen-dioksida (CO_2) u svetu[/a/].

Tablica 2. Procenjena emisija CO_2 u svetu za 2016. godinu[/a/]

Država	***Emisija CO_2***	***Udeo emisije CO_2 u svetskoj produkciji***	***CO_2 po glavi stanovnika***
	Gt	*%*	*tona/godina*
Kina (CHN)	*10.2*	*26*	*7.2*
SAD (USA)	*5.3*	*14*	*16.5*
EU (EEZ)	*3.5*	*9.1*	*6.9*
Indija (IND)	*2.4*	*6.3*	*1.8*
Rusija (RUS)	*1.6*	*4.3*	*11.4*
Japan (JPN)	*1.2*	*3.2*	*9.5*
Nemačka (DEU)	*0.80*	*2.1*	*9.8*
Iran (IRN)	*0.66*	*1.7*	*8.2*
Saudijska Arabija (SAU)	*0.63*	*1.7*	*19.7*
Južna Korea (KOR)	*0.60*	*1.6*	*11.7*
Kanada (CAN)	*0.56*	*1.5*	*15.5*
Indonezija (IDN)	*0.50*	*1.3*	*1.9*
Brazilija (BRA)	*0.49*	*1.3*	*2.3*
Južna Afrika (ZAF)	*0.47*	*1.2*	*8.3*
Meksiko (MEX)	*0.46*	*1.2*	*3.6*
Turska (TUR)	*0.40*	*1.1*	*5.1*
Australija (AUT)	*0.40*	*1.0*	*16.5*
Velika Britanija (GBR)	*0.39*	*1.0*	*5.9*
Italija (ITA)	*0.36*	*0.9*	*6.0*
Franuska (FRA)	*0.34*	*0.9*	*5.3*

/a/ http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/globaler-co2-ausstoss-die-emissionen-steigen-weiter-a-1177404.html

Procenjeno je da je od 2013. godine emisija višeatomnih molekula sa efektom staklene bašte do godine 2016. oscilovala oko 35,6 Gt. Svetska meteorološka organizacija (WMO) je obelodanila da je godine 2016 temperatura planete već za 1,2°C prekoračila naznačenu referentnu temperaturu. Da se ne bi prekoračilo povećanje temperature Zemlje od 1,5°C i zagrevanje planete Zemlje naučnici su prognozirali da proizvodnja – emisija – štetnih gasova do 2030. godine ne bi trebala da premaši 38 Gt. Prema programu Organizacije ujedinjenih nacija (OUN, Program za zaštitu životne sredine - UNEP Report[/14/]) , u odnosu na temperaturu planete u 1990. god., temperatura Zemlje ne bi smela da se poveća za više od 1,5°C svakako ne iznad 2°C. Ukoliko se to desi a temperatura planete Zemlje se poveća više od 1,5°C moglo bi se očekivati mnoštvo (u odnosu na već godinama unazad pa i 2018. godine zapažene klimatske promene) dodatnih i nepoželjnih a za čoveka i živi svet čak nepodnošljivih klimatskih promena na planeti. Tiče se to povećanja topljenja leda na polovima planete, povišenja nivoa mora i okeana i kretanja morskih vodenih tokova – vodenih struja, obilnih i neočekivanih padavina u obliku kiša i snega i drugih meteoroloških nepogoda, porasta kiselih atmosferskih padavina, naglih i veoma teško predvidljivih klimatskih promena u atmosferi, devastacije obradivog poljoprivrednog zemljišta, seoba biljnog i životinjskog sveta ka temperaturno umerenijem podneblju, izumiranja nekih bioloških vrsta i značajnih promena biološkog diverziteta – biosfere na planeti. Naučna javnost procenjuje da bi do 2100. godine povećanje proizvodnje CO_2 i drugih štetnih gasova i prašine iznad navedenog iznosa i prekoračenje otopljenja planete za 1,5°C dovelo do katastrofalnih posledica za sav biološki svet na Zemlji i praktično ugrozilo opstanak života na planeti. S tim u vezi je i međunarodni dogovor o emisionim CO_2 kvotama[/15/] i trgovinama sa CO_2 gasom.

Treba uočiti da je navedena granica (za značajne klimatske promene na planeti Zemlji) antropogenog porekla i da je za samo 0,3°C udaljena od prognoziranih katastrofalnih posledica za biološki svet na planeti. Taj podatak upozorava ne samo naučnu već i celokupnu svetsku javnost i njihove vlade da se svet nalazi, ukoliko se ne preduzmu rigorozne, promišljene i dugotrajno sprovodeće kolektivne mere zaštite okoline od zagađivanja, pred ireverzibilnom degradacijom i redukcijom čitave biosfere planete.

Polazeći od iznetog zadatak je naučno - stručne javnosti, rukovodstava industrijskih pogona (i u SRB) da se povećava efikasnost korišćenja svih oblika energije. Posebno se to odnosi na energijsku efikasnost industrijskih procesa i u SRB[/16/]. Osnova toga pripada i mom uverenje da: "...Održiva energetska budućnost zasniva se na tri ključna stuba: na unapređivanju tehnologija fosilnih goriva tako da se smanji uticaj tih goriva na životnu sredinu i društvo; na većem iskorišćavanju tehnologija obnovljivih izvora energije; i na uvođenju energetski efikasnih mera u oblasti uštede energije, njene distribucije i potrošnje[/17/]...". S obzirom na značajan udeo energije pri proizvodnji mnogih proizvoda taj stav se posebno tiče industrije dobijanja i prerade metala i industrije papira, svih drugih industrijskih grana, javnog sektora i domaćinstava SRB.

Veoma značajna je činjenica da je EU direktivama predvidela da do 2030. godine udeo učešća energije iz obnovljivih izvora (energije) treba da dostigne 30% u odnosu na stanje 2015 godine. Istovremeno Komisija EU je revidirala a svojim članicama nedavno predložila nov i još ambiciozniji (smatram u mnogim članicama EU teško ostvariv) plan redukcije emisije štetnih gasova za 40% do 2030. godine[/14/].

Premda SRB nije članica EU pomenuti zahtev i namera EU itekako dotiče industrijske grane SRB i uloge, u tom nastojanju, stručnih timova u industriji i državnim organima SRB. U tom smislu to se odnosi i na industriju papira SRB.

Prema podacima o energetskoj strategiji SRB potencijal obnovljivih izvora energije[/16,18/] za period 2003÷2015. godine procenjen je na 4,3 Mten (ili 5·104 GWh) u obnovljivim izvorima energije. U tim izvorima energije sa oko 63% dominira biomasa. Energiji zračenja Sunca pripada u SRB oko 14%, energiji vetra oko 4,5%, geotermalnoj energiji 4,5% i do 2013. godine. U (još) neiskorišćenom hidropotencijalu velikih i malih reka (u Srbiji) pripada oko 14% tehnički raspoloživog potencijala[/16,18/].

Podaci o stanju i statusima[/b/] 2015. godine proizvođača električne energije u Srbiji dati su u Tablici 3.

Tablica 3. Instalisani kapaciteti obnovljivih izvora energije u Srbiji sa različitim statusom proizvođača električne energije sa stanjem juna 2015. godine[/b/]

Sistem	***Povlašćeni proizvođač električne energije***		***Privremeni povlašćeni proizvođač električne energije***	
	Broj jedinica	*Instalisani kapacitet MW*	*Broj jedinica*	*Instalisani kapacitet MW*
Male hidroelektrane	*47*	*34,862*	*-*	*-*
Solarni sistemi (fotonaponski) na zemlji	*8*	*5,34*	*9*	*0,66*
Solarni sistemi (fotonaponski) na objektima do 30 kW	*73*	*1,557*	*72*	*0,393*
Solarni sistemi (fotonaponski) na objektima (30÷500 kW)	*10*	*1,085*	*10*	*0,915*
Vetar	*1*	*0,57*	*7*	*93,95*
Biomasa	*5*	*4,862*	*-*	*-*
Kogeneracija	*7*	*10,331*	*-*	*-*
Ukupno	***151***	***58,537***	***98***	***95,92***

/b/ Registar povlašćenih proizvođača električne energije, Ministarstvo rudarstva i energetike, Beograd, stanje 17. juna 2015. godine. Vidi i ocene u izvorima/17/ i /18/.

Davne 2009. godine Ministarski savet Energetske zajednice EU je usvojio direktivu 2009/28/EC. Za odabrane države Balkana u Tablici 4 dati su ciljevi koje bi trebalo, saglasno tom planu EU, da do 2020. ostvare te države[/20/].

Tablica 4. Ciljevi do 2020. godine Energetske zajednice EU za korišćenje obnovljivih izvora energije na Balkanu[/19,20/]

Ugovorna strana	***Udeo obnovljivih izvora energije u ukupnom bruto korišćenju energije u 2009.***	***Ciljani udeo obnovljivih izvora energije u ukupnom korišćenju energije u 2020.***
	%	*%*
Albanija	*31,2*	*38*
Bosna i Hercegovina	*34*	*40*
Crna Gora	*26,3*	*33*
Hrvatska	*12,6*	*20*
Makedonija	*21,9*	*28*
Srbija	*21,2*	*27*
*Kosovo**	*18,9*	*25*

Poznato je da se sva raspoloživa biomasa SRB[/16,18/] ne može iskoristiti s obzirom na tehničko - tehnološke postupke njene pripreme i biološko stanje (pre tehničko - tehnološke prerade, dorade). Za energijske potrebe biomasa je raspoloživa sa oko 30% od ukupne biomase[/21/] SRB. U biomasu (baliranje i presovanje biomase ili tehnološka prerada i nastajanje proizvoda u obliku pelete i brikete[/16,22,23/]) se ubrajaju sve vrste drvenog bilja i industrijskog drvenog otpada, poljoprivredni otpad kao što su slama žitarica (pšenica, kukuruz, soja...,) koja zaoravanjem nije poslužila za đubrenje polja kao i sve vrste sena, otpad voća (koščice, ljuske...), organski odpad (mulj) iz kolektora otpadnih voda, zeleni i drugi organski odpad iz domaćinstava i energija metana (gas CH_4), alifatskih i drugih ugljovodonika nastalih tokom biohemijskih procesa prerade (početkom 2018. god. u SRB praktično neprisutne) fekalnog odpada sa životinjskih farmi (domaćih životinja i pernate živine). Vezano je to i za "... ulogu i upravljanje obnovljivim izvorima energije u održivom razvoju...

kako bi se efikasnim upravljanjem na državnom nivou, stvorili neophodni uslovi za održivi razvoj i energetsku efikasnost uz primenu obnovljivih izvora energije u Republici Srbiji[/24/]...".

ZAKLJUČAK

Industrijska svakodnevica i (strategijski) planovi Republike Srbije nalažu naučno – stručnoj javnosti, rukovodiocima privrednih i drugih subjekata u SRB kao i celokupnoj javnosti veoma ozbiljne i odgovorne, inovativne zadatke, kreativne odluke, usvajanje novih shvatanja i realizaciju zahteva savremenih znanja i prakse. Te odluke i potrebe za promenama biće usko skopčane sa praksom EU i direktivama EU. Olakšanije i efikasnije će se one realizovati ukoliko se tokom srednjoškolskih i univerzitetskih studija oforme nastavni planovi, uvede praksa sa nastavom kojom se u studije uključuju i nesposredna radna (pa i proizvodna) iskustva. Važi to i za osnove dualnog obrazovanja[/25/] i za pripremu za radni proces kako srednjoškolskog tako i visokoškolskog kadra. Taj kadar se mora osposobiti (i celoživotnim učenjem, doobrazovanjima stalno usavršavati i obnavljati znanja) da menja postojeće stanje, prati porast znanja i promena u svom okruženju i bez odlaganja ih nastoji presaditi u proizvodne procese. To će zahtevati ne samo znanje, tehničko – tehnološki izvodljive analize i iz toga proizašle projekte već i vremenski definisan okvir sa objektivno osnovanim i realizujućim odlukama kao i realnom vremenu podložno stanje duha i stvaralačke, inovativne i kreativne atmosfere u društvu. U to se ubraja poverenje u nauku i za takva društvena opredeljenja i potrebna, značajna, finansijska sredstva iz domaćih izvora, iz fondova EU i ostalih finansijskih izvora u svetu.

Literatura

[1] Valent V., Krgović M., Kršikapa M., Nikolić S., Energijski potencijali u svetu i njihov značaj u celulozno - papirnoj industriji, Hem. Ind., Beograd, 2008, 62 (4), str. 223-232;
Krgović M., Valent V., Kršikapa M., Milojević M., Rašeta B., Ošap D., Povećanje energetske efikasnosti u papirnoj industriji, Hem. Ind., Beograd, 2008, 62 (4), str. 233-245

[2] **EU direktiva 2002/91/EC o energetskoj efikasnosti zgrada**

[3] EU direktive 2006/32/EC, 2010/30/EU i 2010/31/EU

[4] Valent V., Sušenje u procesnoj industriji, Tehnološko - metalurški fakultet, Beograd, 2001, str. 107-167; 169-173

[5] United Nations Climate Conference: Montreal Protocol (1987), Kyoto Protocol (1997), Kopenhagen Protocol (2009), Doha (Qatar) Protocol (2012), Paris Protocol (2015, COP21), Bonn Protocol (2017, COP23)

[6] Đorđević B., Šerbanović S., Tasić A., Živković E., Kijevčanin M., Valent V., Toplotne operacije, Tehnološko - metalurški fakultet, Beograd, 2018, str. 174-177, 333-350

[7] Dvanaesta regionalna konferencija EnE16-ENV.net The Twelfth Regional Conference EnE16- ENV.net Conference, Zbornik radova 12. Regionalne konferencije životna sredina u Evropi, Beograd, 2016, „ENVIRONMENT TO EUROPE“ , Conference proceedings, Belgrade, Serbia, 2016, evn.net, 2014/351-610

[8] Izveštaj o Milenijumskim razvojnim ciljevima 2014. godine, Program Organizacije ujedinjenih nacija za razvoj (United Nations Development Programme – UNDP)

[9] Obnovljivi izvori energije - direktiva EU 2009/28/EU

[10]Solarna polja SRB - https://www.solarnipaneli.org/2013/11/analiza-stanja-u-srbiji-u-oblasti-solarnih-investicija-deo-ii

[11]Vetroparkovi SRB - https://www.energetskiportal.rs/obnovljivi-izvori-energije/energija-vetra

[12]Godine 2016 Komisija EU je pripremila i predložila Evropsku strategiju za niskougljeničnu budućnost: http://euicc-ks.com/wp-content/uploads/2016/10/energy-srb-WEB.pdf; europa.eu/ rapid/press-release_IP-17-161_sk.htm

[13]https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/technical_memo_energyefficiency.pdf; http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-17-162_en.htm

[14]14.http://web.unep.org/annualreport/2016/index.php?page=0&lang=en; https://balkangreenenergynews.com/rs/ambiciozna-energetska-strategija-eu-2030/

[15]Evropska unija, Klimatska akcija, europa.eu/european-union/topics_en; http://europa.rs /images/publikacije/klimatska-akcija.pdf, Luxemburg, Kancelarija Evropske unije za publikacije, 2014., novembar 2014; http://www.euractiv.rs/odrzivi-razvoj/11133-emisija-co2-u-svetu-stagnira -ve-tri-godine

[16]Program primene Strategije razvoja energetike u Srbiji za 2007 - 2012., sektor o obnovljivim izvorima energije, Beograd. Republika Srbija, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine. Nacrt strategije razvoja

energetike Republike Srbije za period do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine, Beograd 2013. Nacionalni akcioni plan za korišćenje obnovljivih izvora energije Republike Srbije (U skladu sa obrascem predviđenim EU direktivom 2009/28/EU – Odluka 2009/548/EU), Beograd, 2013. godine; http://www. mre.gov.rs/doc/efikasnost-izvori/NAPOIE% 20KONACNO %2028_jun_2013.pdf?uri=CELEX:32009 L0028. Zaključak Vlade Republike Srbije: "Službeni glasnik RS", br. 53/2013;

[17]Brnabić A., Turković M., Putokaz za razvoj obnovljivih izvora energije u Srbiji, Centar za međunarodnu saradnju i održivi razvoj (CIRDS), Beograd, novembar 2017

[18]Valent V., Krgović M., Kršikapa M., Nikolić S., Potencijali obnovljivih izvora energije u Srbiji, Termotehnika, Beograd, vol. 39, 2013, br. 1-2, str. 37-48. Vidi i izvor pod 16, 17.

[19]Idem 17, str. 9

[20]Direktiva EU 2009/28/EC

[21]Idem 18

[22]Đorđević B., Valent V., Šerbanović S., Kijevčanin M., Termodinamika, Tehnološko - metalurški fakultet, Beograd, 2012, str. 330-332

[23]Alternativna goriva SRPS EN 14214:2005

[24]Đukić G., Balaban M., Ilić B., Uloga i upravljanje obnovljivim izvorima energije u održivom razvoju Srbije. Energija, 1-2 (XX) [accessed Apr 24, 2018]; http://www.researchgate.net/ publication/3245611810E

[25]Zakon o dualnom obrazovanju, "Sl. glasnik RS", br. 101/17. http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2017/12/dualno-zakon.pdf. Skupština Srbije je zakon usvojila 08. novembra 2017. Zakon će početi da se primenjuje počev od školske 2019/2020. godine.

Corresponding address:
prof. dr Vladimir Valent
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko - metalurški fakultet,
Karnegijeva 4, 11120 Beograd, Srbija
valent@tmf.bg.ac.rs
v.valent2008@gmail.com

DEFINING WHITENESS ON DIFFERENT PAPERS WITH THREE SPECTROPHOTOMETERS EYE-ONE PRO

DEFINISANJE BELINE RAZLIČITIH PAPIRA POMOĆU TRI SPEKTROFOTOMETRA EYE-ONE PRO

Dejana Javoršek, Sandra, Kramer, Klemen Možina
University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Ljubljana, Slovenia

Abstract

The papers contain an increasing number of optical brighteners in order to achieve greater contrast of prints. At the same time optical brighteners cause difficulties in measuring the whiteness of the substrate, since the measurement with spectrophotometers do not enable accurate determination of the quantity of UV-active substances contained in the optical brighteners. In research, based on measurements of paper reflectance, whiteness and CIE Tint values on various papers were calculated and analyzed. Measurements were conducted using the latest Eye-One Pro 2 spectrophotometer and compared with measurements performed using older spectrophotometers (Eye-One Pro and Eye-One Pro with UV-cut). Also deviations in whiteness on the same paper samples were researched. Given the fact that the optical brighteners have big impact on the final print, the main goal of the research was to determine which paper is best for high contrast prints. Paper whiteness was calculated according to the ISO 11475 standard. The maximum measured whiteness was on the paper Navigator, the lowest on paper Goričane.

Keywords: *whiteness of paper, optical whitening agent, reflectance, UV-radiation, spectrophotometer.*

Izvod

U cilju postizanja boljeg kontrasta otiska papirima se dodaje sve veći udeo optičkih izbeljivača. U isto vreme optički izbeljivači izazvaju poteškoće prilikom merenja stepena beline podloge za štampanje, s obzirom da merenje spektrofotometrima ne omogućava tačno određivanje kolčine UV-aktivnih supstanci sadržanih u optičkim izbeljivačima. U istraživanju zasnovanom na merenju stepena refleksije papira, izračunati su i analizirani stepen beline i CIE tint vrednosti za različite vrste papira. Merenja su obavljena pmoću najnovijih spektrofotometara i1 Pro i i1PRO UV-cut. Takođe su ispitane i devijacije stepena beline unutar uzoraka iste vrste papira. S obzirom na činjenicu da optički izbeljivači imaju veliki uticaj na krajnji otisak, glavni cilj ovog istraživanja bio je određivanje koji od ispitivanih papira omogućava postizanje najkontrastnijih otisaka. Belina papira je proračunata na osnovu standarda ISO 11475. Najveća izmerena belina utvrđena je na papiru Navigator, a najniža na papiru Goričane.

Ključne reči: *belina papira, optički izbeljivači, refleksija, UV-zračenje, spektrofotometar*

1 INTRODUCTION

Paper remains as a primary information carrier. Therefore, the structural properties are mainly responsible for the durability of the substrate, i.e. paper and the content written or printed on it. A group of researchers analysed the books from i.e. 16th century, where 15 sheets of original and its digitalised version were compared and one of the primary measurement of paper quality was defined with the paper whiteness. As expected the level of paper whiteness was not as high as it could be reached today, but the measured whiteness values were a bit higher at the well-preserved sheets of papers (Černič and Vodopivec, 2011). With the addition of optical whitening agent, the paper whiteness is consequently increased, as well as the print contrast. Simultaneously the characteristic appearance of a printed text is achieved and the colour gamut becomes greater (Javoršek, Karlović and Muck, 2013). Burak et. al. has been studying the influence of optical whitening agents on the papers whiteness. As it turned out, the samples with minor quantity of optical whitening agents had no effect on the degree of paper whiteness and were measured between 120 and 155. While on the other hand, for the papers with larger amount of optical whitening agents, the difference was more noticeable and it ranged in 35 (Burak, Joyce and Fleming, 2003). In paper industry is common to use ground calcium carbonate, because of its fine granulation and pigment properties, which gives the paper high whiteness degree. Shades of papers

whiteness are achieved with the assistance of a different kind of procedure, i.e. chemical or optical whitening (Golob, 2001). Fundamentally papers can be disposed according to the raw material, i.e. primary or secondary cellulose fibers, which directly influence on the starting-point of paper whiteness. Frequently used optical whitening agents absorb light in UV spectrum, i.e. 300–400 nm and emit the light in visible spectrum, i.e. 400–460 nm (Javoršek, Karlović and Muck, 2013). Common type of optical whitening agent is 4,4'-diaminostylben-2,2'-disulfonic acid (DAST) (Guo, Zhang, Du, Zheng, Liu and Li, 2017), while in paper industry, the water-soluble stilbene derivate is also frequently used (Novak, 2004). Papers whitening grade is primarily increased with the addition of natural or synthetic calcium carbonate, which has, beside to fill the empty voids, also a task to increase optical properties, i.e. whiteness, opacity and specular gloss. For the special grades of papers, also the TiO_2 is used, to regulate the specular gloss, wet strength and sometimes even whiteness (Možina, 2017; Tao, He and Zhao, 2015). Paper whiteness can also be regulated or increased with addition of blue dyes, which absorb yellow part of a spectrum that originate from the lignin in cellulose fibers. Observer has therefore perception of object to appear whiter as it actually is, but only if the light includes UV part. When measuring and calculating the whiteness of the paper, with the addition of optical whitening agents, some errors can appear due to the distinction in wavelength of absorbing and emitting light. This can be avoided with the use of spectrophotometer that has the UV-cut filter, since the measurements done with the spectrophotometer without the UV-cut filter are always significantly higher. Other solution, in case when a spectrophotometer with UV-cut filter is not at disposal, is with a usage of adequate software, which takes into a calculating account influence of optical whitening agent (Javoršek, Karlović and Muck, 2013).

For numerical evaluation of paper whiteness several different methods can be used, which can generally be divided into two groups (Golob, 2001):

- evaluation of paper whiteness according to reflectance values (ISO 2470-1:2016, 2016) and
- evaluation of paper whiteness on the basis of colour values (ISO 11476:2016, 2016; ISO 11475:2017, 2017).

The main purpose of our research was to determine:

(1) the difference between the spectrophotometers Eye-One Pro on the basis of spectral values and appertain paper whiteness, that is the main reason that paper whiteness was not defined according to standard,

(2) which of the selected paper is most adequate for the high contrast prints and

(3) does the grammage anyhow influence on the detected degree of paper whiteness and CIE Tint.

2 MATERIALS AND METHODS

In the research six commercially available papers were included, i.e. Goričane, Motiff Office, Navigator, Pretex 100, Pretex 150 and Pretex 200, with different grammage, ranging between 80 and 200 g/m^2. Spectral measurements (ISO 13655:2017, 2017) were performed using the tree spectrophotometers Eye-One Pro, Eye-One Pro2 and Eye-One Pro with UV-Cut filter, based on which whiteness degree W and CIE Tint Tw were determined. When measuring with Eye-One Pro2, measuring mode M1 was used. For calculation of colour values, standard illuminant D65 and 10° standard observer were used.

3 RESULTS WITH DISCUSSION

The results of the reflectance spectra measured with the three spectrophotometers are shown in Figures 1-6.

Figure 1 shows the similarity of the measured reflectance spectra, while the results of the whiteness (Table 2) of the three samples of Goričane paper show that i1Pro 2 gives the highest whiteness degree W, although the difference is small, 0.3. When using the i1Pro UV-cut, the lowest W 36.71 was calculated. For the samples P1 and P2, the results of the average value of W are identical, unlike P3, which slightly deviates, by 1.2. The average values of the CIE Tint Tw are negative in the range from −29.9 to −32.8, indicating that the Goričane paper has a reddish-white shade.

From the results shown in Figure 2, it is evident that Motif Office paper contains optical brighteners, since the average values of the whiteness degree W and the CIE Tint Tw, defined using with i1Pro UV-cut, which retain UV radiation, are significantly different from those measured with i1Pro and i1Pro 2 (Table 3). So, the values of W, defined using i1Pro, are between 112.8 and 114.2 and with i1Pro 2 between 112.7 and

113.8. Average whiteness degree W defined using the i1Pro UV-cut is lower by a value of 27 in comparison with other two spectrophotometers, i1Pro and i1Pro 2. However, the difference between the measurements is not only evident in the values of W, but also in Tw. Spectrophotometers without UV-cut filter showed that samples of Motif Office paper had a greenish-white hue, while reddish-white hue is defined using the i1Pro UV-cut. Also in this case, there were no significant deviations between the results of individual paper samples.

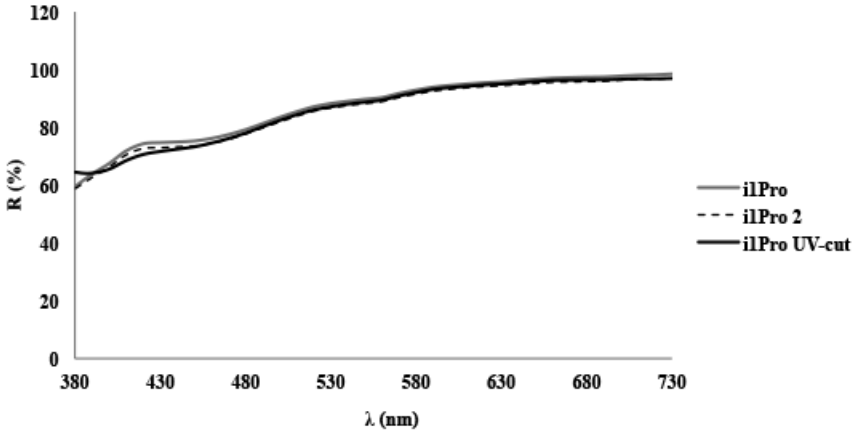


Figure 1: Reflectance spectra measured with the three spectrophotometers on Goričane paper.

Table 2: Whiteness degree W and CIE Tint Tw of three samples of Goričane paper.

Spectrophotometer	P1		P2		P3	
	W	T_w	W	T_w	W	T_w
i1Pro	42.9	−29.9	42.9	−30.3	41.9	−30.9
i1Pro 2	43.2	−30.2	43.2	−30.2	42.0	−30.9
i1 Pro UV-cut	39.9	−32.5	39.4	−32.8	39.6	−32.7

Figure 2 shows that reflectance spectra of the Motif Office paper have a large deviation in the spectral data measured with the i1Pro UV-cut and are also lower than the spectral data measured with i1Pro and i1Pro 2, which are very similar.

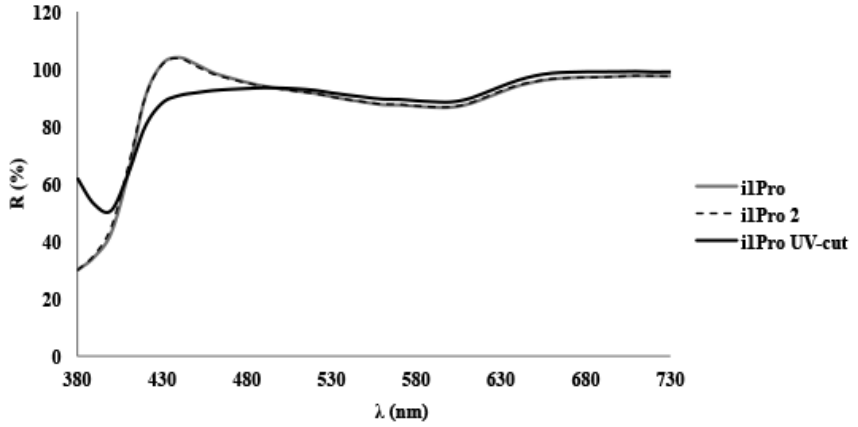


Figure 2: Reflectance spectra measured with the three spectrophotometers on Motif Office paper.

Figure 3 shows that reflectance spectra of Navigator paper have the largest deviation of the measurements made with the spectrophotometer i1Pro UV-cut, while the measurements made with i1Pro and i1Pro 2 are comparable.

Table 3: Whiteness degree W and CIE Tint Tw of three samples of Motif Office paper.

Spectrophotometer	P1		P2		P3	
	W	T_w	W	T_w	W	T_w
i1Pro	114.2	14.9	113.7	14.4	112.8	14.2
i1Pro 2	113.8	14.4	113.7	14.4	112.7	14.2
i1 Pro UV-cut	87.0	−1.3	86.2	−1.5	86.4	−1.3

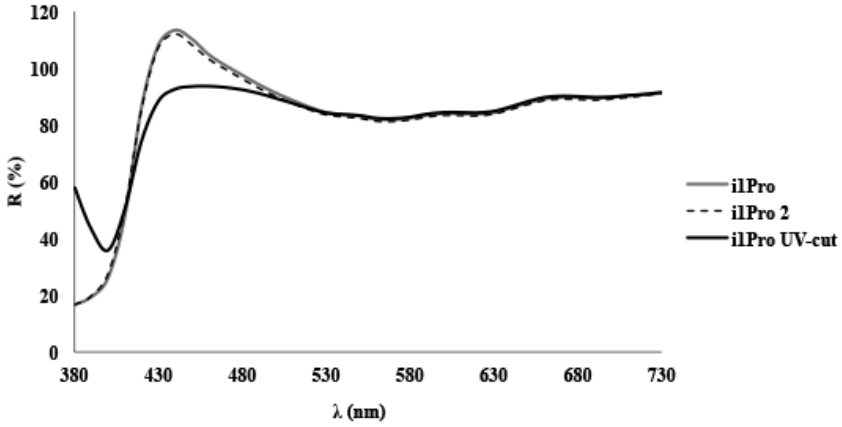


Figure 3: Reflectance spectra measured with the three spectrophotometers on Navigator paper.

The highest whiteness degree W, 138.3, was defined using the spectrophotometer i1Pro. W measured with the i1Pro UV-cut is significantly different from the values defined using i1Pro and i1Pro 2, which are higher for value approx. 38. The differences between spectrophotometers are also shown in the results of the CIE Tint Tw. The values of Tw are between 8.8 and 31.9, which directly indicates a greenish-white colour hue.

Table 4: Whiteness degree W and CIE Tint Tw of three samples of Navigator paper.

Spectrophotometer	P1		P2		P3	
	W	T_w	W	T_w	W	T_w
i1Pro	136.5	31.0	138.3	31.9	137.7	31.8
i1Pro 2	135.8	30.5	137.3	31.3	135.1	30.3
i1 Pro UV-cut	99.1	9.4	99.3	9.4	97.9	8.8

Figure 4 shows the reflectance spectra of Pretex 100 paper. In the graph the spectra overlap and do not reach value 100, which means that the paper does not contain optical brighteners.

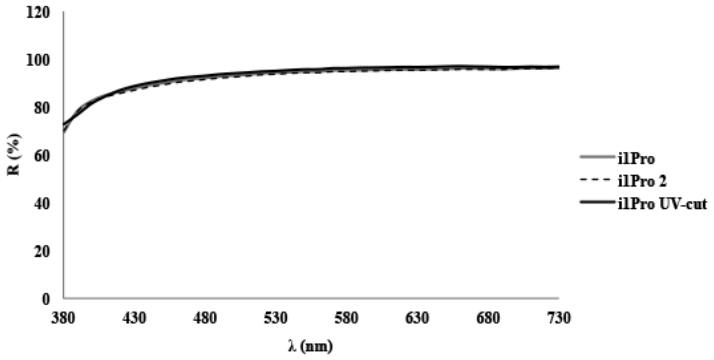


Figure 4: Reflectance spectra measured with the three spectrophotometers on Pretex 100 paper.

From Table 5 it is evident that the samples of Pretex 100 paper have almost the same whiteness degree W, regardless of the used instrument. The exception is sample P1, where W 5.4 is slightly higher than P2 and P3 when using i1Pro UV-cut. The defined W of Pretex 100 paper is from 78.3 to 86.9. The lowest W was defined using i1Pro 2, while the highest W was defined using i1Pro UV-cut. The values of the CIE Tint Tw are negative, therefore Pretex 100 paper has a reddish-white shade of colour. The average Tw is −8.9.

Table 5: Whiteness degree W and CIE Tint Tw of three samples of Pretex 100 paper.

Spectrophotometer	P1		P2		P3	
	W	T_w	W	T_w	W	T_w
i1Pro	81.2	−8.4	81.6	−8.0	80.3	−8.7
i1Pro 2	79.7	−9.1	78.3	−10.3	79.2	−9.1
i1 Pro UV-cut	86.9	−1.0	81.5	−8.5	81.4	−8.7

Figure 5 shows the measured reflectance spectra of Pretex 150 paper. The reflectance spectra are similar to those of the Pretex 100.

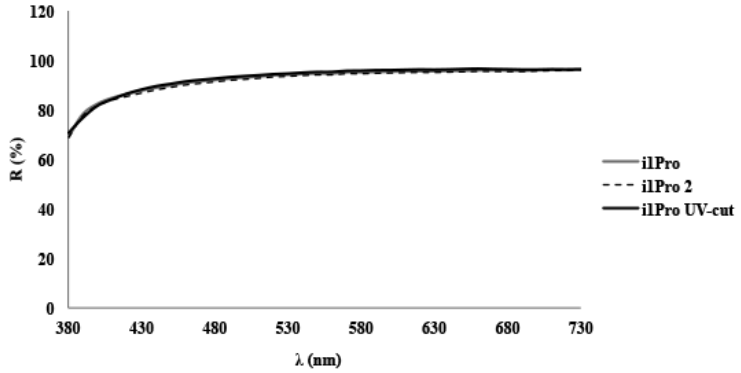


Figure 5: Reflectance spectra measured with the three spectrophotometers on Pretex 150 paper.

Whiteness degree W of Pretex 150 paper defined using all three instruments is similar (Table 6). The lowest W 77.5 was defined using spectrophotometer i1Pro 2, while the highest value of W 81.2 was defined using i1Pro UV-cut. The average W value defined with i1Pro is 80.4, with i1Pro 2 is 79.6 and with i1Pro UV-cut is 81.0. The values of the CIE Tint are negative again, ranging between −8.6 and −9.9, resulting in a reddish-white shade.

Table 6: Whiteness degree W and CIE Tint Tw of three samples of Pretex 150 paper.

Spectrophotometer	P1		P2		P3	
	W	T_w	W	T_w	W	T_w
i1Pro	80.4	−8.7	80.3	−8.6	79.1	−9.5
i1Pro 2	79.5	−9.1	79.6	−8.9	77.5	−9.9
i1 Pro UV-cut	81.2	−8.7	80.7	−9.1	80.6	−9.1

Figure 6 shows the measured reflectance spectra of the Pretex 200 paper and it is evident that the reflectance spectra are very similar.

Whiteness degree W of the Pretex 200 is lower compared to Pretex 100 and 150 papers (Table 7). These results are also very similar, regardless of the used instrument. The average W of the three paper samples was in the case of i1Pro 79.7, in the case of i1Pro2, W is 78.4 and in the case of i1Pro UV-cut, W is 80.7. The value of the CIE Tint Tw of the Pretex 200 paper samples is −9.8, which again shows a reddish-white shade of colour. From the results it could be concluded that all Pretex papers (100, 150 and 200) are similar in W and Tw, regardless of the paper grammage.

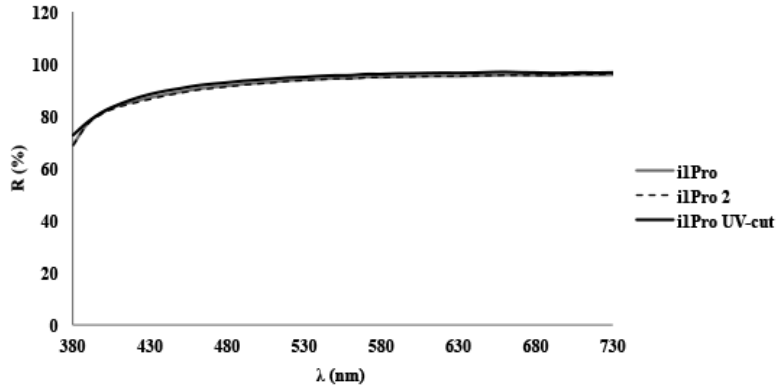


Figure 6: Reflectance spectra measured with the three spectrophotometers on Pretex 200 paper.

Table 7: Whiteness degree W and CIE Tint Tw of three samples of Pretex 200 paper.

Spectrophotometer	P1		P2		P3	
	W	T_w	W	T_w	W	T_w
i1Pro	79.6	−9.3	79.8	−9.1	77.8	−10.2
i1Pro 2	78.4	−9.7	78.3	−10.0	77.9	−10.1
i1 Pro UV-cut	80.9	−9.3	80.4	−9.4	79.8	−9.7

4 CONCLUSION

In the study, measurements of reflectance spectra of six types of papers were performed using the three spectrophotometers. Based on reflectance spectra measurements, CIE whiteness degree and the CIE Tint Tw were calculated. It was found that Goričane paper, of all six papers, had the lowest whiteness degree W 43.2, followed by Pretex papers with W 86,9, Motif Office with W 87,0 and the Navigator with W 99,0. Goričane, Pretex 100, Pretex 150 and Pretex 200 papers did not show major deviations in measurements of the reflectance spectra and, consequently, the defined W and Tw, regardless of the used instrument. The exceptions were the Navigator and Motif Office papers, where significantly higher W values (over 100) were calculated using i1Pro and i1Pro 2 than using i1Pro UV-cut. From the reflectance spectra curves, we found out that the measurements made with i1Pro and i1Pro 2 do not significantly differ. The results of the study showed that the paper grammage did not affect the whiteness degree, because on the papers Pretex with grammage 100, 150 and 200 g/m^2, a comparable degree of whiteness was defined. Paper Navigator with very high whiteness degree has a greenish-white CIE Tint, while other papers with a lower degree of whiteness, have red-white CIE Tint. Based on the calculated values of W, we could anticipate that the Navigator paper would stand out among all the investigated papers with highly contrasting prints due to a very high degree of whiteness.

References

[1] Burak, A., Joyce, M. K. and Fleming, P. D., 2003. *Comparative study of Brightness/Whiteness Using Various Analytical Methods on Coated Papers Containing Colorants.* Department of Paper and Printing Science and Engineering. Kalamazoo: Western Michigan University.

[2] Černič, M and Vodopivec, J., 2011. Tiskana in poslikana knjiga 16. stoletja – lastnosti papirja in tiska. *Tehnični in vsebinski problemi klasičnega in elektronskega arhiviranja*. Ljubljana: Inštitut za celulozo papirja, str. 249–262.

[3] Golob, V., 2001. *Barvna metrika.* Skripta za VS študijski program. Maribor: Fakulteta za strojništvo, str. 51–53.

[4] Guo, M., Zhang, G., Du, L., Zheng, H., Liu, G., and Li, Y., 2017. Multifunctional water-soluble polymeric fluorescent whitening agents based on 4,4'-bis (1,3,5-triazinyl)- diamino stilbene-2,2'-disulfonic acid structure, *Bio Resources*, 12(4), pp. 8901–8919.

[5] ISO 2470-1:2016, 2016. Paper, board and pulps -- Measurement of diffuse blue reflectance factor -- Part 1: Indoor daylight conditions (ISO brightness).

[6] ISO 11475:2017, 2017. Paper and board – Determination of CIE whiteness, D65/10 degrees (outdoor daylight).

[7] ISO 11476:2016, 2016. Paper and board – Determination of CIE whiteness, C/2° (indoor illumination conditions).

[8] ISO 13655:2017, 2017. Graphic technology – Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images.

[9] Javoršek, D., Karlović, I. and Muck, T., 2013. *Reproduciranje barv in barvno upravljanje.* 1. izdaja. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, str. 232–233.

[10]Možina, K., 2017. *Viskoelastične lastnosti grafičnih papirjev: doktorska disertacija*. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje, str. 17–22.

[11]Novak, G., 2004. *Grafični materiali.* 1. izdaja. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, str. 68–70.

[12]Tao, H., He, Y. and Zhao, X., 2015. Preparation and characterization of calcium carbonate–titanium dioxide core–shell (CaCO3@TiO2) nanoparticles and application in the papermaking industry, *Powder Technology*, 283, pp. 308–314.

Presenting author:
Klemen MOŽINA
University of Ljubljana
Faculty of Natural Sciences and Engineering
Snežniška 5
1000 Ljubljana
Slovenia
e-mail: klemen@ntf.uni-lj.si

ISPITIVANJE POGODNOSTI AMBALAŽNIH KARTONA ZA ŠTAMPANJE TEHNIKOM OFSET ŠTAMPE

TESTING THE PRINTABILITY OF THE PACKAGING CARDBOARDS IN OFFSET PRINTING PROCESS

Lazar Stanojković, Predrag Živković
Tehnološko-metalurški fakultet Unverziteta u Beogradu, Beograd, Srbija

Izvod

U radu je ispitana zavisnost pogodnosti ambalažnih kartona za štampanje od nekoliko osnovnih svojstava kartona, koja proizvođači daju u okviru specifikacije kartona. Pogodnost kartona za štampanje (printability) je ocenjena na osnovu otpornosti otiska na otiranje, optičke gustine punog tona na otisku, povećanja tonske vrednosti rastera na otisku, raspona reprodukovanih tonskih vrednosti i na osnovu analize mikrosnimaka polja punih tonova, kao i finih štampajućih elemenata. Razmatran je uticaj sledećih svojstva kartona: glatkoće, upojnosti sadržaja vlage, boje kartona, stepena beline, sjaja i otpornosti na raslojavanje. Ispitana su četiri komercijalno dostupna ambalažna kartona različitih svojstava, od kojih su tri načinjena od celuloznih, a jedan od sekundarnih vlakana. Kartoni su rangirani po svojim svojstima, a zatim je utvrđeno koji pokazatelji kvaliteta otiska su u korelaciji sa kojim parametrima kvaliteta kartona. Utvrđeno je koji od ispitivanih kartona ima najveću pogodnost za štampanje tehnikom tabačne ofset štampe.

***Ključne reči**: ambalažni karton, pogodnost za štampanje, ofset štampa, kvalitet otiska*

Abstract

The correlation between printability of cardboard and basic cardboard properties (ussualy specified by manufacturers) was investigated. The printability is assessed based on rub test, density of solids, tone value increase, range of reproduced tone values and analyzing microphotographs of solids and fine printing elements. The following properties of cardboard was considered: smoothness, absorption (Cobb), cardboard color, whiteness, gloss and delamination resistance (Scott-Bond). Four types of commercial cardboards was tested, three was made of primary and one of secondary fibres. Cardboards was ranked according to their properties, and it was determined which property of the print is correlated with certain property of cardboard. It was determined which of examined cardboards posses the best printability.

***Keyword**: packaging cardobard, printability, offset printing, print quality*

UVOD

Kutije od hromo kartona i hromo zamene su veoma široko zastupljen proizvod ambalažne industrije. Na tržištu sirovina dostupni su hromo karton i hromo zamena velikog broja proizvođača, koji se prave u različitim nivoima kvaliteta. S obzirom da se pomenute vrste kartona prevashodno koriste za izradu komercijalnih kutija koje svojom estetikom treba da pomognu prodaju robe, postizanje visokog kvaliteta otiska je od izuzetnog značaja. S druge strane postoji i veliki pritisak tržišta da cene budu što niže pa se često postavlja zahtev da sirovine, među kojima je i karton budu što jeftinije što povlači za sobom da karton ne može uvek biti visokog kvaliteta. Cilj ovog rada je ispitivanje uticaja različitih svojstava kartona na pogodnost kartona za štampanje i kvalitet otiska načinjenog tehnikom ofset štampe.

Pogodnost za štampanje (eng. *printability*) je složen pojam koji obuhvata svojstva kartona i drugih podloga za štampanje, koja omogućavaju dobijanje kvalitetnih otisaka. Pored pojma pogodnost za štampanje, veoma je značajan i pojam pogodnost za obradu u mašinama (eng. *runability*), koji se odnosi na svojstva kartona da se može obrađivati bez problema koji bi doveli do zastoja u radu mašina ili oštećena proizvoda koji nastaje u datoj mašini.

U ovom radu razmatrana su osnovna svojstva kartona, koja su najčešće definisana u specifikacijama koje uz karton, svojim klijentima dostavljaju proizvođači kartona: glatkoća, upojnost, sadržaj vlage, boja kartona, stepen beline, sjaj i otpornost na raslojavanje.

Kao pokazatelji koji ukazuju na pogodnost kartona za štampanje izabrana su sledeća svojstva otiska: otpornost otiska na otiranje, optička gustina punog tona na otisku, povećanje tonske vrednosti rastera na

otisku, raspon reprodukovanih tonskih vrednosti. Osim toga, kvalitet otisaka je procenjen i na osnovu analize mikrosnimaka polja punih tonova i finih štampajućih elemenata.

Prema kriterijumu optičke gustine punog tona na otisku, povoljniji je onaj slučaj gde se pri istim uslovima štamaja dobija veća optička gustina. To ukazuje na dve pojave: bolji prenos boje na karton, kao i manje izraženo upijanje, čime se na površini zadržava deblji sloj boji koji daje puniji otisak.

Što se tiče povećanja tonske vrednosti rastera na otisku, kao mera kvaliteta uzeto je odstupanje od standardom predviđenih vrednosti za datu vrstu kartona. Ove vrednosti, prema standardu ISO 12764-2:2014 prikazane su u tabeli 1. Za hromo kartone uzima se zavisnost za premazne papire, prikazana u koloni A.

Na kartonima koji su pogodniji za štampu dobija se veći raspon reprodukovanih tonskih vrednosti, otpornost otiska na otiranje je veća, i oštrina konture štampajućih elemenata je veća.

U radu su ispitana četiri komercijalno dostupna kartona koji su u masovnoj upotrebi u našoj industriji ambalaže. Tri kartona su izrađena od primarnih, a jedan od sekundarnih vlakana, a svi kartoni pripadaju grupi premaznih kartona. Kartoni su u radu označeni generičkim oznakama, s obzirom da je cilj ovog rada da predloži način analize pogodnosti za štampanje bilo kog kartona, što se kasnije može primeniti na konkretan karton.

Četiri kartona su najpre rangirani po svakom od razmatranih svojstava, a utrđena je i ukupna ocena kvaliteta kartona, uzimajući u obzir rangiranje po svim svojstvima. Na svim kartonima je odštampana test forma, koja je poslužila za analizu otiska po pomenutim pokazateljima kvaliteta. Kartoni su ponovo rangirani po pojedinim pokazateljima kvaliteta na njima načinjenih otisaka, ali i data je ukupna ocena po svim pokazateljima. Na osnovu poređenja rangiranja osnovnih svojstava kartona i rangiranja pokazatelja kvaliteta na njima dobijenih otisaka, utvrđeno je u kojim slučajevima postoji pravilna zavisnost između njih.

EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperiment se sastojao od nekoliko faza:

- Izrada test forme;
- Karakterisanje izabranih tipova kartona i rangiranje po pojedinačnim svojstvima i zbirno;
- Štampanje test forme na izabranim tipovima kartona pod identičnim uslovima;
- Ispitivanje kvaliteta dobijenih otisaka i rangiranje kartona po pojedinim pokazateljima kvaliteta;
- Traženje korelacije između svojstava kartona i pokazateljakvaliteta otisaka.

Definisan je izgled test forma, obučena je kompjuterska priprema za štampanje i izradu stamparskih formi. Štamparska mašina je primenjena za štampu, kao i sve uslove štampanja za svu četiri vrste kartona. S obzirom na različite debljine materijala, jedino što je na mašinama od kartona do kartona bilo je rastojanje između stamparskog i ofset cilindra, u cilju ostvarivanja konstantnog pritiska štampe. Odštampan je dostojan broj tabaka svaka kartona da bi se pojedinačno nanošili boje na kartonu i dobili reprezentativne oblike za stampu. Nacin štampa obavljen je testiranjem po višem metodu, da bi se utvrdila eventualna korelacija među svojom kartonom i kvalitetom otiska. .

Test forma, sadrži sledeće elemente:

- Rasterske stepenaste sive klinove, namenjene za određivanje povećanja tonske vrednosti rastera na otisku;
- Polja punog tona četiri procesne boje;
- Polja punog tona dobijena preklapanjem punih tonova tri procesne boje;
- Slova u pozitivu i negativu;

Tabela 1 Povećanje tonske vrednosti rsstera na otisku za različite tipove papira (ISO 12647-2:2014).

Tone value		
	A	B
%	%	%
0	0,0	0,0
5	3,3	4,6
10	6,1	8,3
20	10,5	13,9
30	13,5	17,2
40	15,3	18,8
50	16,0	19,0
60	15,6	17,9
70	14,0	15,7
80	11,0	12,1
90	6,5	7,0
95	3,5	3,8
100	0,0	0,0

- Linije i krstiće za pasovanje;
- Rasterske klinovi četiri procesne boje vrednosti 0,5% do 100%;

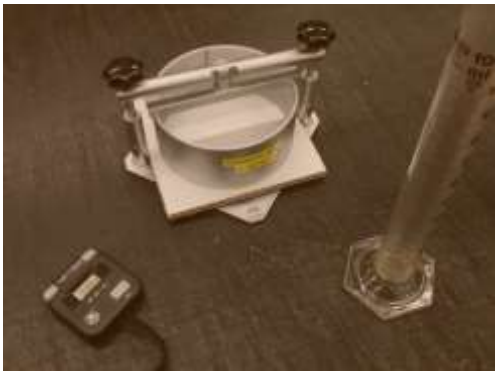
Podaci o nekim svojstvima ispitivanih kartona su preuzeti iz tehničkih listova (TDS – *technical data sheet*) koje su dostavili proizvođači, a neka svojstva su ispitana primenom odgovarajućih test metoda.

Sadržaj vlage kartona određen je brzom metodom, sušenjem komada kartona poznate početne mase, m_1, i mernejem mase u pravilnim vremenskim intervalima, m_2, dok se ne konstatuje da više nema značajne promene mase usled gubljenja vlage. Posle toga se sadržaj vlage računa kao $w = (m_1,– m_2,) / m_1$.

Sjaj lica kartona određen je uređajem za merenje sjaja (*Glossmeter*, slika 3), pod uglom od 75°.

Upojna moć kartona određena je po Kobu (*Cobb*), prema standardu ISO 535 (slika 4.) .

Slika 3. Glossmetar



Slika 4 Oprema za Kob test

Spektrofotometrijska i denzitometrijska merenja kartona i otisaka obavljena su spektrofotometrom AjVan (i1 X-Rite). Spektrofotometar je bio podešen na sledeći način: Iluminant: D65; Kalibracija: za spektrofotometrijska merenja na apsolutno beli standard; za denzitometrijska merenja na papir; Podloga za postavljanje uzorka koji se meri: bela; Status u pogledu filtera: Bez filtera.

Karakterisanje površine kartona i analiza oblika i veličine rasterske tačke na otisku obavljeni su na osnovu posmatranja uzoraka pomoću optičkog mikroskopa pre i posle štampanja. Na otiscima su mikroskopirana: Polja punog tona; Polja sa najmanjom i najvećom reprodukovanom tonskom vredmošću; Polja sa tonskom vrednossću rastera od 20%; Konture finih štmapajućih elemenata.

Mikroskopiranje je obavljeno mikroskopom marke Olympus CX41. Mikroskop je opremljen digitalnom kamerom Olimpus UC30. Softver preko koga je vršena akvizicija fotografija i njihova obrada je CELL A – verzija 3.1. Svi mikrosnimci su snimljeni sa povećanjem 50 puta, osim detalja slovnih znakova koji su snimljeni i sa uvećanjem 100 puta, u reflektovanoj svetlosti iz izvora u osi objektiva i dopunskog koji je postavljen pod velikim uglom u odnosu na normalu na površinu.

Za štampanje su načinjene štamparske forme, tako što su termalne ofset ploče Kodak Kaprikorn VT (*Kodak – Capricorn VT*) osvetljene termalnim osvetljivačem Kodak Trendseter (*Kodak Trendsetter*) i razvijene u mašini za razvijanje Glunc i Jensen (*Glunz & Jensen*), razvijačem Goldstar premijum (*Goldstar Premium*). Nakon razvijanja ploče izmeren je rasterski stepenasti sivi klin uređajem Ajsi plejt II (*IC plate II X-Rite*) i konstatovano je da su tonske vrednosti rastera reprodukovane na štamparskoj formi sa zadovoljavajućom tačnošću.

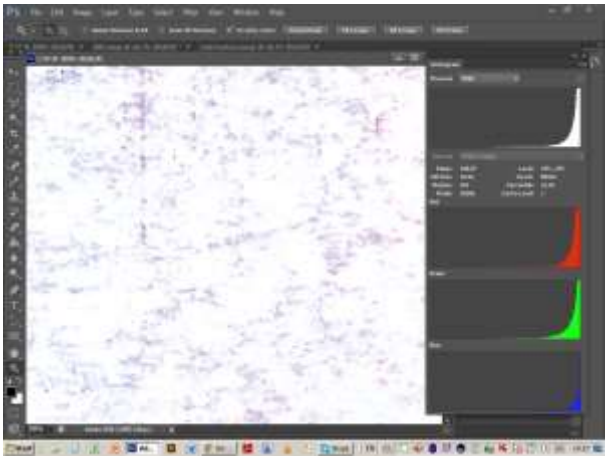
Probni otisci na sva četiri kartona načinjeni su pod istim uslovima, da bi jedina promenljiva koja može da utiče na kvalitet otiska bio sam kvalitet kartona. Štampano je na štamparskoj mašini za tabačni ofset KBA 105/5 + L. Korišćene su dve procesne boje – magenta i cijan, proizvođača Sankemikal (*Sunchemical*) i kompresibilne ofset gume Vulkan (*Vulcan*).

Za svaki uzorak kartona je izdvojeno tridesetak dobrih tabaka, koliko je minimalno neophodno da bi se dobio odgovarajući otisak, a zatim su odštampani kartoni odlagani u laboratoriju radi daljeg ispitivanja.

Na dobijenim otiscima su spektrodenzitometrom izmerene **optička gustina punog tona na otisku** i **tonska vrednost rastera**. Na sva četiri tipa kartona merena su polja koja se nalaze u istim zonama, kako bi svi uslovi štampanja bili konstantni. Tonske vrednosti rastera računate su po Mjurej-Dejvisovoj jednačini. Povećanje tonske vrednosti rastera na otisku dobijeno je kao razlika između izmerene i nominalne tonske vrednosti rastera.

Oštrina konture štampajućih elemenata određena je poređenjem oblika savršene kružnice i snimka rasterske tačke u svetlim tonovima rastera (oko 20%).

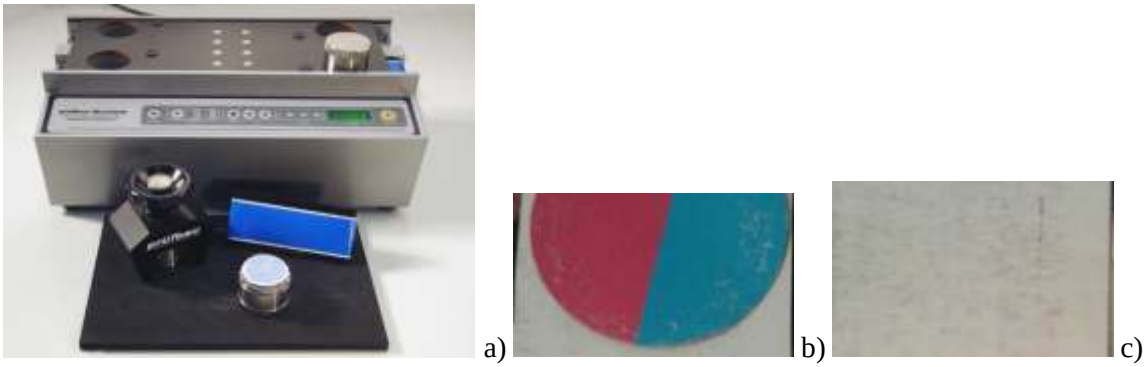
Detalji sa slovnih znakova su snimljeni sa dva uvećanja: 50 i 100 puta. Na osnovu vizuelnog poređenja načinjenih snimaka procenjen je kvalitet reprodukcije na sva četiri testirana kartona.



Slika 6. Modul za analizu bit mape iz programa Adobe Foto Šop

Raspon reprodukovanih tonskih vrednosti rastera je određen analizom mikrosnimaka najsvetlijih i najtamnijih rasterskih polja na rasterskom stepenastom sivom klinu. Konstatovano je pri kojoj najmanjoj nominalnoj tonskoj vrednosti su se reprodukovale rasterske tačke na određenom kartonu. Zatim je upoređen broj rasterskih tačaka koje nedostaju na pojedinim kartonima, da bi se mogli rangirati u slučaju da su se tačke pojavile pri istoj minimalnoj tonskoj vrednosti na različitim kartonima. U tamnim tonovima tražilo se najtamnije polje koje nije potpuno pokriveno bojom, već se može uočiti rasterska struktura.

Testiranje **otpornosti otiska na otiranje** obavljeno je 24 časa posle štampanja. Za ove testove je korišćen uređaj poznat kao Rub off tester (slika 5. a), koji dovodi u kontakt i međusovno trenje odštampani (slika 5 b) i neodštampani (slika 5 c) deo ispitivanog kartona. Posle određenog broja ciklusa trenja utvrđuje se koliko je boje sa odštampanog prešlo na neodštampani komad kartona.



a) b) c)

Slika 5: a) Uređaj za određivanje otpornosti otiska na otiranje (Rub off tester) marke Prufbau; b) Obrađeni uzorak odštampanog kartona; c) Obrađeni uzorak neodštampanog kartona

Otpornost na otiranje za četiri kartona određena je pomoću softvera za analizu skenirane slike – modul "Histogram" programa Adobe Foto Šop. Slike za analizu dobijene su skeniranjem uzoraka kartona na koje se boja otirala. Uslovi skeniranja su bili ručno podešeni i identični za sva četiri uzorka. Softver za analizu slike primenjen je za brojanje piksela koji su obojeni određenom bojom (slika 6). Sva četiri uzorka kartona na koji se boja prenela tokom testiranja, skenirani su istim uslovima. Veličine dobijenih bitmapa bile su identične. Pikseli u bitmapi koji predstavljaju nezaprljanu površinu kartona imaju maksimalnu moguću svetlinu (255), pikseli koji predstavljaju delove kartona na koje se prenela boja imaju manju svetlinu. Pomoću modula histogram utvrđen je, za svaki karton, broj piksela sa maksimalnom svetlinom. Ovaj broj se može uzeti kao osnova za poređenje otpornosti otisaka na otiranje načinjenih na raznim tipovima kartona. Što je broj najsvetlijih piksela veći, karton na koji se prenosila boja je čistiji, pa je otpornost otiska na otiranje veća.

REZULTATI

Podaci o svojstvima ispitivanih kartona prikazani su u tabeli 2. Ovi podaci potiču iz tehničkih listova koji su dostavili proizvođači ili su određeni laboratorijskim ispitivanjima.

Tabela 2. svojstva kartona

Svojstvo	*Uzorak A*	*Uzorak B*	*Uzorak C*	*Uzorak D*
*L из CIE L*a*b lica*	*92,56*	*93,22*	*85,18*	*95,60*
*a из CIE L*a*b lica*	*0,28*	*0,39*	*0,45*	*0,12*
*b из CIE L*a*b lica*	*1,02*	*1,10*	*0,21*	*1,22*
sadržaj vlage	*6,3*	*8*	*12*	*6,5*
sjaj pod 75°	*45*	*50*	*25*	*55*
COBB, g/m^2 (60 s)	*30*	*28*	*50*	*32*
glatkoća	*1*	*0.9*	*1*	*0,9*
Scot Bond test (J/m^2)	*130*	*120*	*100*	*220*
Stepen beline	*112*	*120*	*90*	*135*

U pogledu boje kartona rangiranje je obavljeno na osnovu odstupanja izmerene boje kartona od boje koje je definisana standardom ISO 12647 za ovu vrstu kartona (L = 95, a = 0, b = –2). U pogledu sadržaja vlage smatra se da je karton pogodniji za štampu ako ima manji sadržaj vlage. Rangiranje po sjaju, upojnosti, stepenu beline, Scot Bond testu i glatkoći je vršeno na osnovu rastućih vrednosti (tabela 3).

Tabela 3. Rangiranje svojstava četiri ispitana kartona

Svojstvo	*Karton А*	*Karton Б*	*Karton Ц*	*Karton Д*
Stepen beline	*3*	*2*	*4*	*1*
Upojnost	*2*	*1*	*4*	*3*
Sadržaj vlage	*1*	*3*	*4*	*2*
Boja kartona	*2*	*3*	*4*	*1*
Sjaj karto	*3*	*2*	*4*	*1*
Glatkoća	*2*	*1*	*2*	*1*
Scot Bond test	*2*	*3*	*4*	*1*
Konačan rang	*15*	*15*	*26*	*10*

U cilju određivanja koja od ispitivanih vrsta kartona ima najveću pogodnost za štampanje ("printability"), u tabeli 4. prikazano je rangiranje kartona po svim karakteristikama kvaliteta otiska koje su utvrđene u ovom radu. Karton koji je dao najbolji otisak po nekoj karateristici kvaliteta rangiran je brojem jedan, a najlošiji rezultat brojem 4. Smatra se da je najbolji karton koji ima najmanji broj kao ukupan zbir svih rangova.

Tabela 4. Rangiranje karakteristika kvaliteta otiska na četiri ispitana kartona

Svojstvo	*Karton A*	*Karton B*	*Karton D*	*Karton D*
Optička gustina punog tona	*3*	*1*	*4*	*2*
TVI	*2*	*3*	*1*	*3*
Oštrina konture štampajućeg elementa	*2*	*1*	*4*	*3*
Raspon reprodukovanih tonskih vrednosti	*1*	*3*	*2*	*3*
Reprodukcija najsvetlijih tonova	*4*	*1*	*3*	*2*
Otpornost na otiranje	*3*	*1*	*4*	*2*
Konačan rang	*15*	*10*	*18*	*15*

ZAKLJUČAK

Analizom rezultata utvrđeno je sledeće:

- Najkvalitetniji otisak po navećem broju pokazatelja dobijen je na kartonu B, zatim A i D, dok je otisak najnižeg kvaliteta dobijen na kartonu C;
- Ukupni kvalitet otiska na ispitivanim kartonima je u potpunoj korelaciji sa upojnošću kartona; Karton najmanje upojnosti dao je najkvalitetnije otiske po najvećem broju pokazatelja kvaliteta;

- Ukupni kvalitet otiska na ispitivanim kartonima je u dobroj korelaciji sa glatkoćom kartona; Na kartonima sa većom glatkoćom dobija se kvalitetniji otisak po najvećem broju pokazatelja kvaliteta;
- Između upojnosti kartona i oštrine konture štampajućih elemenata postoji postoji potpuna korelacija. Oštrina konture se povećava sa smanjenjem upojnosti kartona;
- Između glatkoće kartona i sposobnosti za reprodukciju najsvetlijih tonova postoji dobra korelacija; Najsvetliji tonovi su bili bolje reprodukovani na kartonima veće glatkoće;
- Između glatkoće kartona i optičke gustine punog tona na otisku postoji dobra korelacija; Sa povećanjem glatkoće kartona dobijena je veća optička gustina;
- Između glatkoće kartona i otpornosti otiska na otiranje postoji dobra korelacija; Sa povećanjem glatkoće dobijeni su otisci koji su bili otporniji na otiranje;
- Između glatkoće kartona i otpornosti na otiranje postoji dobra korelacija; Sa povećanjem glatkoće dobijeni su otisci koji su bili otporniji na otiranje;
- Između stepena beline kartona i optičke gustine punog tona na otisku postoji dobra korelacija; Na kartonima sa većim stepenom beline dobijene su veće optičke gustine punog tona;
- Između glatkoće kartona i povećanja tonske vrednosti rastera na otisku postoji dobra korelacija; Kartoni sa manjom glatkoćom dali su povećanje tonske vrednosti rastera koje je bilo približnije vrednostima koje propisuje standard.
- Između sjaja kartona i povećanja tonske vrednosti rastera na otisku postoji dobra korelacija; Kartoni sa manjim sjajem dali su povećanje tonske vrednosti rastera koje je bilo približnije vrednostima koje propisuje standard.
- Između upojnosti kartona i povećanja tonske vrednosti rastera na otisku postoji dobra korelacija; Kartoni sa većom upojnošću dali su povećanje tonske vrednosti rastera koje je bilo približnije vrednostima koje propisuje standard.
- Nije bilo moguće uočiti bilo kakvu korelaciju između sadržaja vlage, boje kartona i otpornosti kartona na raslojavanje, kao svojstava kartona, i bilo kog pokazatelja kvaliteta otiska.

Na osnovu toga može se zaključiti da na kvalitet otiska određen uticaj imaju i druge, ovde neispitane karakteristike kvaliteta kartona.

Literatura

https://www.iso.org/standard/36631.html

https://www.mckinsey.com/industries/paper-and-forest-products/our-insights/pulp-paper-and-packaging-in-the-next-decade-transformational-change

С. Јовановић; Ђ. Косановић, Технологија графичког материјала, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд (1989)

Technical association of the pulp and paper industy (2016)

http://docs-hoffmann.de/cielab03022003.pdf

https://ipstesting.com/find-a-test/iso-test-methods/iso-8791-4-porosity-parker-print-surf/

https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:15754:en

Д.З. Мијин; Графичке боје и лепкови, Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет, Београд (2012)

F. Romano; An investigation into printing industry demographics; Rochester Institute of Technology (2003)

Д. Новаковић, Ж. Павловић, Н. Кашиковић; Технике штампања, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука у Новом Саду, Нови Сад (2011)

Р. Трајковић, П. Живковић, Технологија штампања, Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет, Београд (1997)

https://www.iso.org/standard/57833.html

https://www.iso.org/standard/61486.html

Presenting author:
Predrag Živković
E-mail: peca@tmf.bg.ac.rs

OPTIČKA BJELILA ZA PAPIRNU INDUSTRIJU, 3V SIGMA

OPTICAL BRIGHTENERS FOR PAPER INDUSTRY, 3V SIGMA

Semir Dzendzo
3V Sigma S.p.A., Bergamo, Italia

SISTEM EVIDENCIJE I PRAĆENJA GREŠAKA DETEKTOVANIH U TOKU PROIZVODNJE NA KARTON MAŠINI

TRACKING AND EVIDENCING SYSTEM FOR ERRORS OCCURRING IN THE CARDBOARD PRODUCTION

Žanko Sremac Danijela Ošap, Vasja Bojanić, Irena Stefanović
Umka D.O.O. Fabrika Kartona, Beograd, Srbija

Izvod

Savremeni proces proizvodnje kartona koji podrazumeva velike kapacite i konstantnost u kvalitetu, kao uslov za ispunjavanje navedenih pretpostavki ima potrebu za beleženjem i praćenjem parametara kvaliteta kartona. Iz navedene potrebe Fabrika kartona Umka d.o.o. je kroz ERP sistem 'Navision' sprovela plan za evidentiranje i praćenje grešaka nastalih na karton mašini ili u pogonu dorade kartona. U radu će biti predstavljen sistem evidencije i praćenja grešaka, kao i nastavak ovog sistema prikazan kroz korektivne mere.

Ključne reči: *Navison, evidentiranje, praćenje, karton mašina*

Abstract

Contemporary production of cardboard which includes high capacity and consistency in quality of produced cardboard, as a requirement has a need for system that tracks and records all parameters of quality and errors made during production. Because of the above, Umka Cardboard Mill, thru Navision, (ERP) has implemented a system of records for tracking and evidencing errors occurred during production. This paper elaborates tracking and evidencing, and corrective actions.

Key words*: Navision, evidencing, tracking, cardboard production*

UVOD

Fabrika kartona Umka d.o.o. proizvodi hromo-karton u tri kvaliteta: UMKA Color (GD2), UMKA Pak (GD3) i Umka Special (GT2), u gramaturama od 230 do 500 g/m². Karton nalazi široku primenu u izradi kartonske ambalaže za potrebe prehrambene, konditorske, farmaceutske, hemijske, autoindustrije, itd. A takođe koristi se i za laminiranje u proizvodnji transportne ambalaže. Karton se proizvodi i isporučuje u rolnama ili tabacima, u zavisnosti od zahteva i potreba kupca. Proizvodnja kartona se vrši na karton mašini čija je radna širina 320 cm.Pored Srbije i zemalja bivše Jugoslavije kao tradicionalnih tržišta, Fabrika.kartona Umka d.o.o. svoje proizvode prodaje na preko 30 različitih tržišta.

Sa postojanim rastom kapaciteta u proizvodnji kartona, uz postizanje zahtevanog nivoa kvaliteta proizvedenog kartona, kao postavljenim ciljem, zajednički napor dva sektora, kontrola kvaliteta i IT, doveo je do kreiranja sistema beleženja i praćenja grešaka nastalih u toku proizvodnje na karton mašini. Ovo je bilo neophodno s obzirom da je planirane i proizvedene količine hromo kartona bilo sve teže pratiti i kontrolisati na postojeći način i bila je neophodna automatizacija određenih, postojećih, postupaka. Zahvaljujući ovim unapređenjima, postupak beleženja i praćenja grešaka omogućio je sektoru kontrole kvaliteta da pri istom broju zaposlenih, a povećanom kapacitetu proizvodnje ostvari zacrtane ciljeve, bez kompromitovanja kvaliteta proizvedenog kartona.

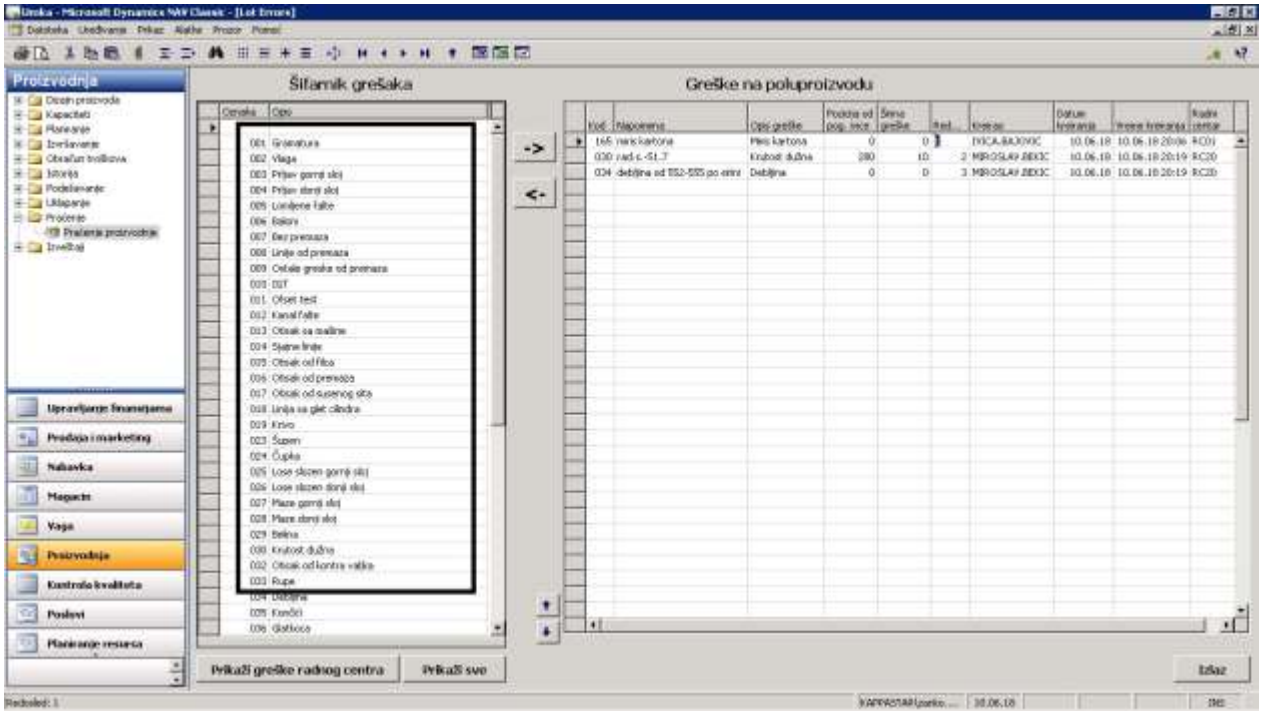
Nastavak razvoja ovog sistema, nakon tačne evidencije grešaka, se kreće u pravcu praćenja kretanja grešaka kroz radne centre, dodavanje i brisanje greška, kao i upotreba internih korektivnih mera.

Tabela 1. Radni centri gde greške mogu nastati i biti evidentirane

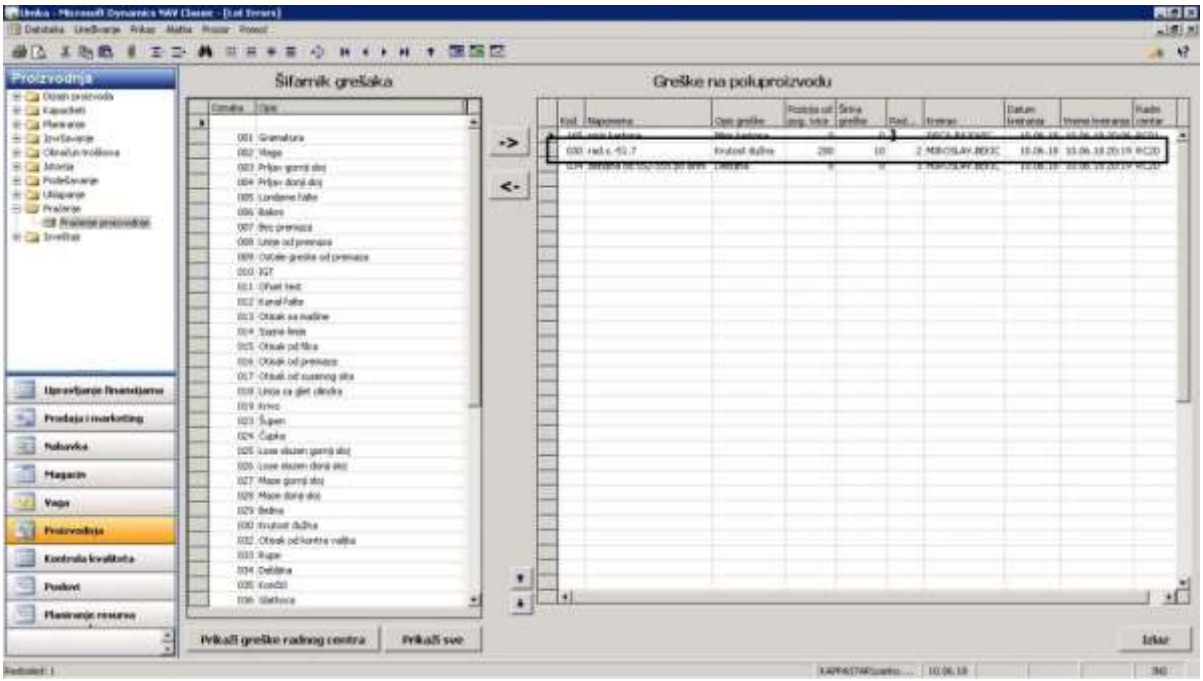
Rb	Naziv radnog centra
1	Karton mašina – navijalni apparat
2	Uzdužni rezač 1
3	Kveršnajder 16
4	Kveršnajder 21

Rb	Naziv radnog centra
5	Kveršnajder 22
6	Kveršnajder 28
7	Kveršnajder 16,5 – novi rezač
8	Uzdužni rezač 2
9	Laboratorija
10	Pakovanje - dorada

Pre samog postupka evidencije i praćenja grešaka, bilo je potrebno definisati greške i vezati greške za radni centar. Svaki radni centar sadrži spisak grešaka koje nastaju u datom RC (slika 1). Pored greške, najbitniji podaci za tačnu evidenciju i praćenje je distanca i širina greške. Definisane su dve grupe grešaka. Greške kod kojih nije potrebno upisati distance jer su prisutne po čitavoj širini i greške kod kojih se upisuje distanca i širina. Distanca se definiše u odnosu na pogonsku stranu tambure. Tambura ima pogonsku stranu (distanca 0) i radnu stranu (distanca 320 cm), slika 2. Da bi prenošenje bilo precizno na samom početku neophodno je u sistem uneti radnu širinu kartonske trake.



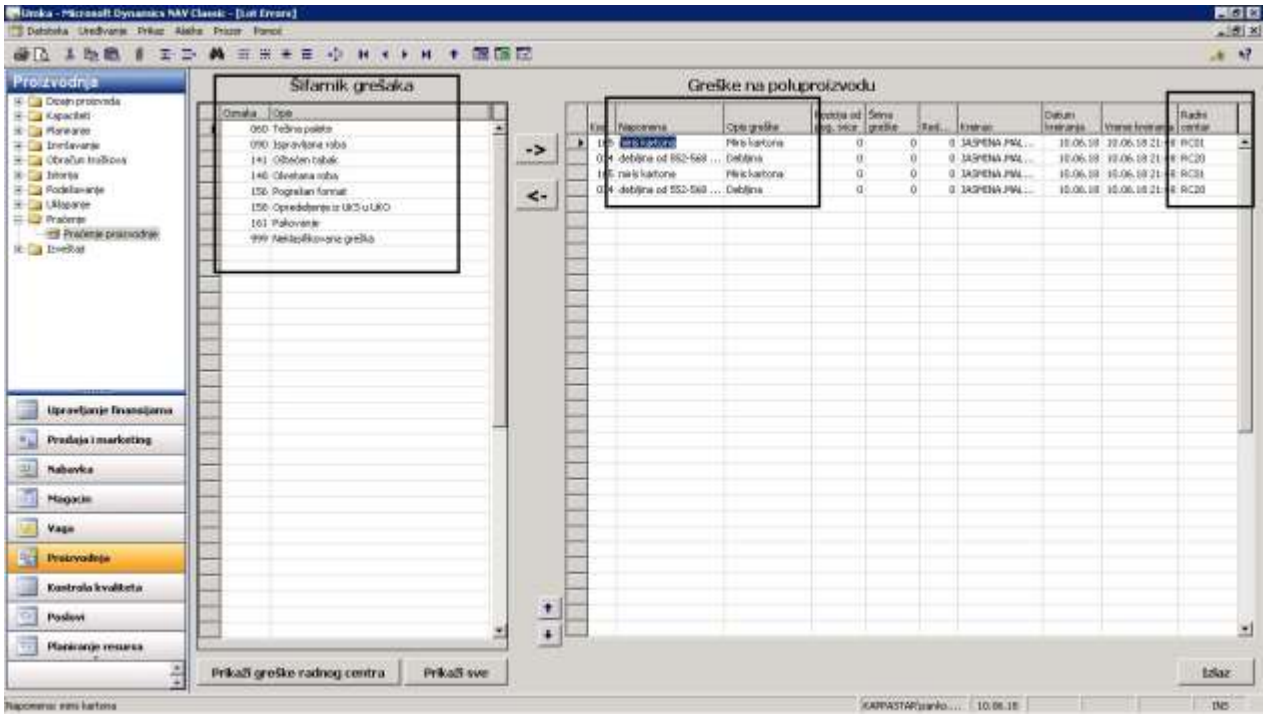
Sslika 1 Šifrarnik grešaka za RC1



Slika 2 – NAVIJALNI APARAT primer distance

Prva pozicija na kojoj počinje beleženje grešaka je navijalni aparat (kraj karton mašine), tj trenutak nastanka prvog poluproizvoda, tambure (džambo rolne).

Definisanjem greške određuje se i radni centar u kom je ona nastala, a svaki RC ima mogućnost dodavanja i brisanja grešaka. Greška se briše ako je izbačena sa poluproizvoda, a sve dok ne bude izbačena ona se automatski prenosi na sledeći RC. U svakom trenutku, bez obzira na kom radnom centru se nalazi poluproizvod (rolna), moguće je utvrditi poreklo greške (slika 3).

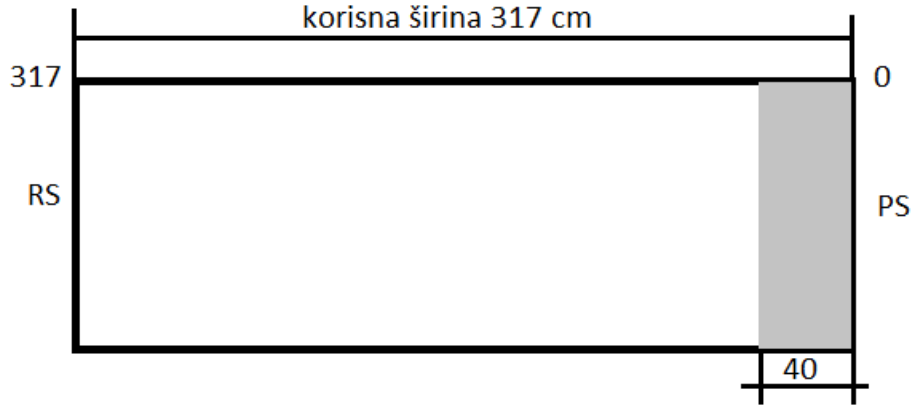


Slika 3 - RC PAKOVANJE

Primeri grešaka nastalih na RC1 (navijalni apparat) sa obeležavanjem distance i širine.

Širina tambure je 317 cm

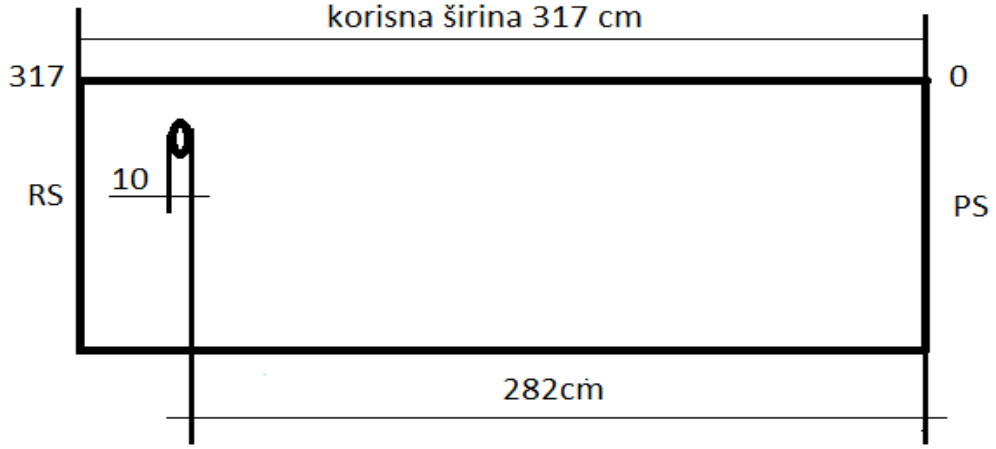
1. Greška: mazanje, 40 cm od pogonske strane (slika 4)



Slika 4

Distanca ove greške je 1, a širina 40cm.

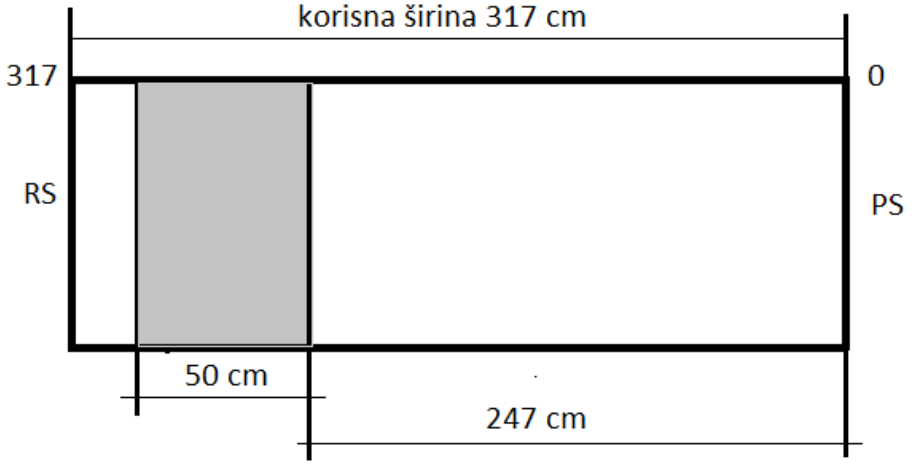
2. Greška: fleka 35 cm od ivice radne strane (slika 5)



Slika 5

Distanca greške je 282 cm (širina tambure umanjena za udaljenost od ivice radne strane, 317-35). Širina greške je 10 cm, tj prečnik fleke.

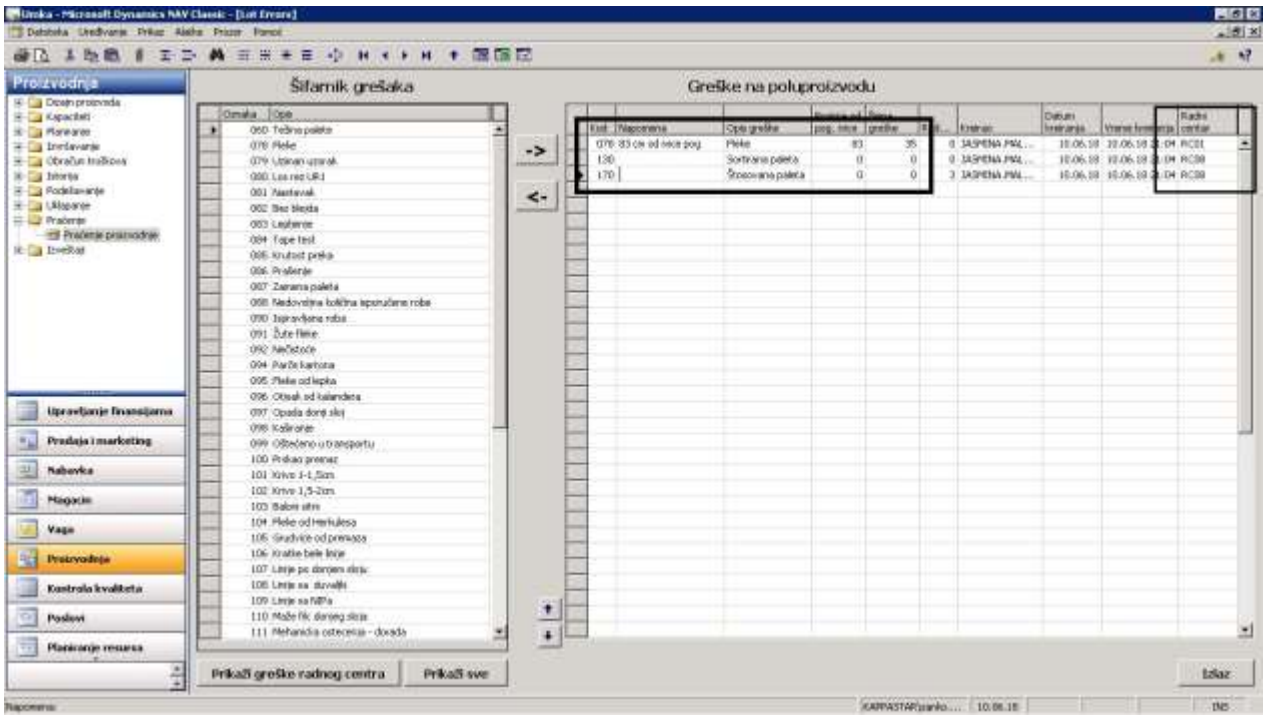
3. Greška: čišćene linije, od 20 cm do 70 cm od ivice radne strane (slika 6)



Slika 6

Distanca greške je 247 cm (širina od 317 umanjena za 70 cm). Širina greške je 50 cm.

Ukoliko se na jednoj tamburi nalazi više od jedne greške, greške je neophodno razdvojiti, tj numerisati jer u suprotnom sistem ih neće razlikovati, pa jedna od grešaka neće biti prenešena automatski (greška za koju je bilo potrebno uneti distancu i širinu), jer se u sistemu neće naći informacija vezana za poziciju greške (slika 7)

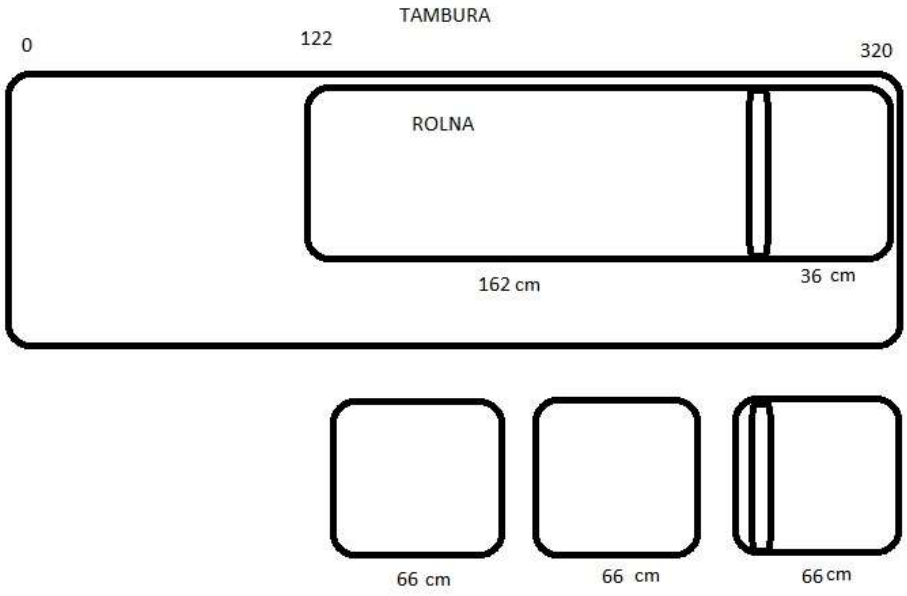


Slika 7

Nakon upisivanja distance i širine greške sistem dodaje po 10 cm sa leve i desne strane definisane širine i automatski prenosi grešku sa tambura na rolne koje su isečene sa date pozicije. Dodavanje po 10 cm se vrši zbog nepoznatih dimenzija afala (napusta) koji se odbacuju na uzdužnom rezaču, i kao dodatno osiguranje da greška bude prenešena na sledeći poluproizvod. Radnik na radnom centru na kom se nalazi dati poluproizvod dužan je, ako primeti da je greška prenešena na rolnu koja je ne sadrži, da grešku obriše.

Ukoliko je paleta ili rolna, nastala od dva poluproizvoda koji su nosili različite greše, obe greške ako nisu odbačene na predhodnim RC, biće prenešene na sledeći poluproizvod ili gotov proizvod. Slika 8 - primer prenosa greške.

Unos grešaka se vrši i u okviru procesne kontrole (laboratorija), kroz merenje definisanih parametara kvaliteta, a vrši se po principu opisanom u gornjim pasusima, biranjem greške iz spiska ponuđenih za taj RC i unosom distance i širine, da bi se ukoliko je potrebno vršila naknadna provera.



Slika 8

KOREKTIVNE MERE

U okviru predstavljenog sistema važan segment predstavlja reakcija na greške, interna korektivna mera. Greška (neusaglašenost) može biti uočena i zabeležena na različitim RC; radnik na sledećem RC primeti grešku i unese je (operater na predhodnom RC je nije uočio), nova greška može nastati na sledećem RC (rezač). Korektivna mera može biti izdata u sektoru kontrole kvaliteta kao i od strane radnika određenog sektora u proizvodnji. Kontrola od strane zaposlenih u KK (procesna i završna kontrola) se vrši u kontinuitetu, a vodi se i evidencija o uočenim neusaglašenostima kroz knjigu završne kontrole. Izdata korektivna mera se beleži na zvaničnom dokumentu, šalje svi stranama i čuva na za to predviđeno mestu na serveru. U okviru izdate korektivne mere navodi se opis greške, odgovorno lice ili postupak za nastanak greške, predviđeni vremenski rok za rešavanje, kao i odgovorno lice za sprovođenje korektivne mere. Kroz rad vodećeg laboranta (procesna kontrola) na dnevnom nivou se vrši provera unešenih podataka za predhodni dan i pravi se izveštaj koji se šalje licima odgovornim za karton mašinu, kako bi ispravljali uočene greške načinjene od strane operatera na karton mašini (navijalni aparat) gde većina grešaka nastaje.

Angažovanjem zaposlenih u KK kroz rešavanje korektivnih mera i obuku zaposlenih broj naknadno uočenih grešaka (greške koje nisu upisane na mestu i u vreme nastanka greške) je od trenutka uvođenja opisanog sistema smanjen sa 30-50 grešaka po radniku mesečno, na 1-3 greške po radniku mesečno.

Drugi oblik korektivnih mera nastaje kao posledica reklamacije kupca. Postupak je isti kao i u slučaju internih mera, s tom razlikom što se o razlog za reklamaciju i korektivnoj meri obaveštava kupac, kroz naš izveštaj ili kroz izveštaj kupca, 8D i sl.

ZAKLJUČAK

Tokom poslednjih nekoliko godina, stalni rast kapaciteta proizvodnje Fabrike kartona Umka d.o.o. kao i sve veći zahtevi, po pitanju kvaliteta od strane kupaca, stvorili su potrebu za preciznijim načinom evidentiranja i praćenja proizvodnje i grešaka koje nastaju u toku proizvodnog procesa.

Korišćenjem opisanog sistema evidentiranja i praćenja grešaka, kroz obuku i ovladavanje od strane radnika na radnim centrima i u različitim sektorima, beleži se značajno manji broj grešaka koje stižu do RC pakovanje ili do krajnjeg kupca. Takođe, kvalitetniji i tačniji prenos grešaka je omogućio i bolje upravljanje procesom sortiranja, što je omogućilo smanjivanje broja izvršilaca na procesu sortiranja za dvoje zaposlenih, odnosno za 25%, čime se potvrđuje ukupan značaj za celokupan proces rada i proizvodnje u Fabrici kartona Umka d.o.o ali obezbedjuje i da kvalitetan proizvod bez grešaka stigne do kupca.

WITH CLOSED LOOP COLOR CONTROL TO A FASTER START-UP AND SHADE CHANGE

KONTROLA NANOSA BOJE SA POVRATNOM SPREGOM ZA BRŽE DOBIJANJE ODOBRENOG OTISKA I BRŽU PROMENU NANOSA BOJE

Manfred Binder
X-Rite GmbH, Martinsried, GERMANY

UPRAVLJANJE RIZIKOM ČELIČNIH I PLASTIČNIH ŽICA KORIŠĆENIH ZA IZRADU FORMIRAJUĆIH I SUŠNIH SITA

RISK MANAGEMENT OF STEEL AND PLASTIC WIRES USED FOR CONSTRUCTION OF FORMATED AND DRIED SIEVES

Nada Bojic[1], Ninoslav Stojanovic[2]
[1]Fabrika sita i ležaja Fasil a.d., Arilje, SRBIJA
[2]StandCert, Beograd, SRBIJA

Izvod

Uspešno upravljanje rizicima predstavlja tačno i brzo merenje izloženosti riziku. Kako su važni tržišni uslovi koji deluju na poslovanje Fasila, tako je važno pronaći i metode merenja rizika. U radu je data analiza rizika nabavke. Parametri koji su se koristili za procenu rizika su: kašnjenje sa nabavkom materijala i kvalitet žice (mehaničke karakteristike žice).

***Ključne reči**: Čelična žica, plastična (sintetička) žica, upravljanje rizikom.*

Abstract

Successful risk management is an accurate and quick measurement of risk exposure. As important market conditions affect the business of Fasil, it is also important to find methods of risk measurement. The paper analyzes the risk of procurement. The parameters used for risk assessment are: delay in material procurement and wire quality (mechanical characteristics of the wire).

***Keywords**: Steel wire, plastic (synthetic) wire, risk management.*

1. UVOD

Fabrika sita i ležaja Fasil a.d. se u svom poslovanju često sreće s različitim vrstama rizika, iz kojih mogu proisteći negativni efekti na poslovanje iste. Fasil je dužan da uspostavi sveobuhvatan i pouzdan sistem upravljanja rizicima. Upravljanje rizicima se kao delatnost razvila relativno kasno, ali u današnje vreme ovo područje konstantno dobija na važnosti. Rizik se uglavnom procenjuje u bitnim situacijama za organizaciju, koje mogu odrediti budućnost njenog poslovanja i kvaliteta odvijanja njenih poslovnih procesa [1]. U većini mu se pristupa kao negativnoj pojavi i gleda se kao verovatnoća nastanka gubitka ili smanjenja dobiti.

Kako bi zadržao svoju poziciju na tržištu Fasil a.d. mora posvetiti posebnu pažnju analizi i upravljanju rizicima. Da bi se moglo pričati o upravljanju rizikom potrebno je reći da je rizik računska prognoza moguće štete, tj u negativnom slučaju prognoza gubitka ili opasnosti [2]. Stepen rizika predstavlja funkciju verovatnoće i opasnosti od štete. Jedan od koraka upravljanja rizikom je utvr]ivanje ciljeva [3]. Ciljevi upravljanja rizikom su: da Fasil a.d. može da preživi gubitke i posle toga ostvari rast odnosno maksimizira profit, da efikasno posluje u rizičnom okruženju, da usklađuje poslovanje sa Zakonskim propisima i da se preventivno upravlja rizicima procesa određivanjem mera za upravljanje rizikom, zanimanje – profesionalno upravljanje rizikom. Ciljevi upravljanja rizikom u Fasilu se klasifikuju u dve kategorije: ciljevi pre nastanka štete – gubitka, ciljevi posle nastanka štete – gubitka.

Nepravilno upravljanje može doneti velike štete napretku Fasila a.d., dok je pravilno upravljanje rizicima jedno od najbitnijih načina zaštite preduzeća od konkurencije i omogućava prduzeću prepoznavanje prilika i pravovremeno reagovanje na promene uz preventivno delovanje. Da bi se upravljalo rizikom u Fasilu a.d. bitno je izvršiti identifikaciju i merenje rizika što predstavlja uslov analize rizika, kako je navedeno u tabeli 3.

2. UPRAVLJANJE RIZIKOM

Dobro poslovanje preduzeća i visoka pozicioniranost na tržištu osiguravaju privlačenje investitora. Ukoliko preduzeće ima mogućnost da započne potencijalno značajna ulaganja, mora biti svesno visine rizika kojim izlažu poslovanje svog preduzeća [4]. U poslovnom svetu ne bi se smeo zanemariti ni jedan rizik koji

predstavlja opasnost razvoju i uspehu preduzeća [5]. Pravila za upravljanje rizikom kojih bi se trebalo pridrzavati su: ne rizikuj više nego što možeš sebi dopustiti da izgubiš, uzmi u obzir i slučajnost, ne rizikuj puno za malo. Upravljanje rizikom je dinamičan proces koji se sastoji iz šest koraka: 1. Utvrđivanje ciljeva 2. Identifikacija rizika 3. Procena rizika 4. Ocena alternativa i izbor sredstava za regulisanje rizika (preventivno delovanje). Tehnike upravljanja rizikom: - za kontrolu rizika – izbegavanje i smanjivanje rizika; - finansiranje rizika – zadržavanje i prenos. 5. Primena odluke 6. Ocena i korekcije

Identifikovanje opasnosti je pojava koje sa sobom nosi rizik. Rizici mogu biti:

- interni (ljudska greška, pronevera, pad sistema) i
- eksterni (izmene zakona, prirodne nepogode), koji se mogu podeliti na: političke, ekonomske, socijalne, tehničke, zakonske i one vezane za životnu sredinu.

Postoje različite metode i tehnike koje se koriste za identifikovanje eventualnih rizika vezanih za ostvarivanje ciljeva, a njihov izbor zavisi od potrebe organizacije: 1) Nabacivanje ideja - Ovaj metod je karakterističan po tome da se različito ostvareni rezultati u radu organizacije (koji se ocenjuju), prikupljaju - iza čega se vrši analiza rizika. 2) Korišćenje kontrolnih lista - predstavlja unapred pripremljen spisak svih mogućih rizika [6]. Svaki rizik se razmatra, u odnosu na prethodnu utvrđenu listu. Ranije iskustvo - rizici se identifikuju na osnovu znanja i iskustva zaposlenih i ranijih informacija. 3) Samostalna procena rizika - Posebna prednost ovog pristupa jeste da se rizici ozbiljnije shvataju kad ih identifikuju sami nosioci procesa. Identifikacija rizika se nekada može pokazati kao najteži deo posla. Razlog za to se krije u činjenici da ne postoji jasan signal kada je proces identifikovanja završen, odnosno, kada su identifikovane sve opasnosti. Stoga se treba držati nekih preporuka, kao što su:

- • odrediti koliko dugo će trajati identifikovanje opasnosti i pri isteku tog vremena smatrati da identifikovane opasnosti čine kompletan spisak svih opasnosti.
- • formirati dokumentaciju koja će precizno opisivati koje su aktivnosti ili pojave analizirane i odakle su identifikovane opasnosti
- • konsultovati sve zainteresovane strane i dokumentovati rezultate ovih konsultacija

Uporedo sa identifikovanjem opasnosti, potrebno je ustanoviti i verovatnoću nastupanja identifikovane opasne situacije. Najčešće se koriste samo tri kategorije (niska, umerena i visoka verovatnoća pojavljivanja).

Tabela 1. Prevođenje procenjene verovatnoće u numeričku vrednost.

Verovatnoća	Ocena
Niska	1
Umerena	2
Visoka	3

Kada je proces identifikovanja opasnosti završen, potrebno je ustanoviti kakav uticaj svaka od identifikovanih opasnosti ima na ranije definisane ciljeve sprovođenja postupka upravljanja rizikom. Potrebno je definisati tabelu koja će identifikovani uticaj prevesti u odgovarajuću numeričku vrednost iz raspona 1 – 3 (Tabela 2).

Tabela 2. Prevođenje posledice rizika u numeričku vrednost

Ocena	Skala rizika	Opis posledica
1	Nizak	Niski finansijski gubitci
2	Srednji	Srednji finansijski gubitci
3	Visok	Visoki finansijski gubitci

Na kraju ocenjuje se rizik kao proizvod **verovatnoce nastanka rizika** i **posledice određenog rizika** koristeći jednačinu 1.

$$P = B \cdot \Pi \tag{1}$$

gde su: *P*- ocena rizika, *B*- verovatnoća, *П*- последица

Unutar procesa upravljanja rizikom može se zaključiti kako je vrlo bitan proces analize rizika: identifikacija, opis i proračun rizika koji sadrži - metode i tehnike analize rizika i rangiranje [7]. U pogledu vrste posledica koji rizici imaju na organizaciju postoje tri vrste osnovnih rizika:

- finansijski rizik - to su događaji koji imaju direktan finansijski uticaj i mogu uticati na povećanje troškova organizacije,
- operativni rizik- predstavljaju događaje ili radnje, koje mogu prekinuti pružanje usluga ili imati za rezultat odstupanje od ciljeva
- rizik po reputaciju koji predstavlja dogadjaje ili radnje koje mogu ugroziti ugled organizacije.

3. UPRAVLJANJE RIZIKOM U FASILU

3.1 Rizik kod nabavke žice za proizvodnju formirajućih i sušnih sita.

Jedna od osnovnih delatnosti Fasila a.d. pored proizvodnje sita je nabavka sirovina, poluproizvoda ili usluga koje su potrebne za proizvodnju. Fasil a.d. mora nabavljati plastičnu (sintetičku) i čeličnu žicu, kako bi tkao sita. Odlučivanje o tome od koga će Fasil a.d. nabaviti žicu za svoje finalne proizvode (sušno i formirajuće sito), već i sama po sebi nosi mnoge rizike. Ako se odluči da kupi od određenog proizvođača žicu, prihvatiće na sebe deo rizika tržišnih cena žice, promenu mehaničkih karakteristika žice, kao i poslovnu sudbinu dobavljača žice, o čijim redovnim isporukama zavisi. U poslovanju Fasila postoji, jedan deo rizika koji je važniji od drugih, zato što ima strateški uticaj na sposobnost preduzeća da proizvodi na konkurentan način. Prestanak isporuke zbog raskidanja ugovora usled lošijih mehaničkih karakteristika žice, uzrokuju velike troškove Fasila zbog toga što je žica vitalni deo sita. A, loše mehaničke karakteristike žice utiču na kvalitet sita. Dodatni troškovi za kupovinu nove skuplje žice, mogu ugroziti konkurentski položaj Fasila, npr. zbog privremene obustave proizvodnje, povećanja cene, ili problema s kvalitetom u izmenjenoj tehnologiji sita.

Dok je sa prethodnom odlukom o više dobavljača Fasil eliminisao rizike vezane za mehaničke karakteristike, ono je, čak i pod pretpostavkom da je uspelo dobro organizovati poslovne procese, preuzelo velik rizik nabavke žice na otvorenom tržištu. Da bi se procenio rizik nabavke žice u Fasilu urađena je analiza rizika i prilika - tabela 3, a objašnjenje korišćenih oznaka i intervali dati su u tabeli 4.

Tabela 3. Analiza rizika i prilika u nabavci

Rizik naziv	r.br	Opasnost / Šansa	Moguće posledce	Kategorja	V	P	R	Nivo rizika opis	Sadašnji stepen upravljanja	Nivo prioriteta opis	Preduzete mere	Preduzeti mere
Kasnjenje sa nabavkom materijala	1	Opasnost	Nabavka materijala pod nepovoljnim uslovima	QMS	3	3	9	Srednji	Moguća poboljšanja	Srednji nivo prioriteta	- razviti specijalnost berzanskog poslovanja -nabavku žice prepusti specijalizovanim organizacijama.	-uvesti nove metode nabavke preko specijalizovanih veletrgovinskih organizacija koje posluju preko berze
Kvalitet žice	2	Opasnost	Nabavka materijala lošijeg kvaliteta	QMS	3	3	9	Srednji	Moguća poboljšanja	Srednji nivo prioriteta	- nabavka žice proverenog kvaliteta	- Periodična ispitivanja kvaliteta isporučene žice

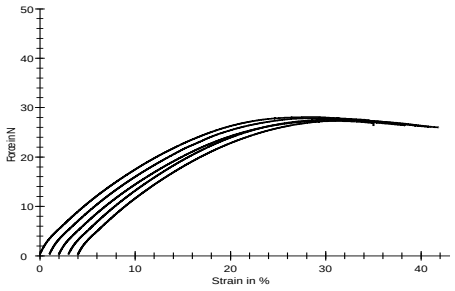
Tabela 4. Legenda

V - VEROVATNOĆA NASATAJANJA	**P - POSLEDICE**	**R - NIVO RIZIKA (V x P)**	**Stepe upravljanja**	**NIVO PRIORITETIA (Nivo rizika x stepen upravljanja)**	**Legenda:**
- veoma mala = 1	- Beznačajne = 1	- 1 - mali 1-3	**1 – adekvatno**	-1 - nizak 1-2	**V – Verovatnoća (1-5)**
- mala = 2	-male = 2	- 2 - srednji 4-9	**2 – moguća poboljšanja**	-2 - srednji 3-9	**P – Posledice (1-5)**
- srednja = 3	-značajne = 3	- 3 visok 10-16	**3 – nizak nivo upravljanja**	-3 - visoki 12-16	**R – Rizik (VxP)**
- velika = 4	-velike = 4	- 4 – ekstremno visok 20-25	**4 – nikakav nivo upravljanja**		
- veoma velika = 5	-katastrofalne = 5				

Fasil a.d. može da pokuša da smanji rizik promenom poslovanja ili sprovođenjem nekih specifičnih aktivnosti, kako bi se poboljšala kontrola i fleksibilnost. Kako bi se rizik sveo na razumnu meru, sistem kvaliteta koji donosi odluke mora naći meru između potrebnih informacija i brzine odlučivanja. Sam početak programa upravljanja rizikom započinje uočavanjem mogućnosti gubitka, istraživanju činjenica i određivanju veličine mogućeg gubitka. Kada se utvrdi u kojoj meri utiče na Fasil a.d., tada se može odlučiti u kome se smeru proces upravljanja kreće i kako delovati na rizik: treba li ga isključiti, smanjiti ili u potpunosti otkloniti. Kako rizik predstavlja jedinicu nesigurnosti, a postoji mogućnost merljivosti, rizikom je moguće upravljati.

4. EKSPERIMENT

Nakon urađene analize rizika urađeno je periodično ispitivanje kvaliteta (mehaničkih karakteristika) isporučene sintetičke i čelične žice od različitih proizvođača. Žice su ispitane na kidalici ZWICK ROELL Z010. Kidalica je registrovala opterećenja i izduženja. Jedna od hidrauličnih čeljusti za učvršćivanje epruvete bila je vezana za nepokretni deo, a druga za pokretni deo kidalice. Hidraulične čeljusti su bile učvršćene da pri promeni opterećenja automatski zauzimaju takav položaj, da se uzdužna osa epruvete poklapa sa pravcem opterećenja koje prolazi kroz osu čeljusti. Maksimalno rastojanje između hidrauličkih čeljusti kidalice bilo je 590 *mm.* Žica je bila dobro učvršćena, da bi se izbeglo izvlačenje iz čeljusti zbog klizanja za vreme zatezanja. Maksimalna sila kidalice iznosi 10.000 N. Pri ispitivanju zatezanjem maksimalno rastojanje između hidrauličkih čeljusti bilo je 200 *mm.* Brzina zatezanja u toku ispitivanja bila je 50 *mm/min.* Na slici 1. prikazan je dijagram napon - deformacija plastične (sintetičke) žice prečnika 30 *mm*.



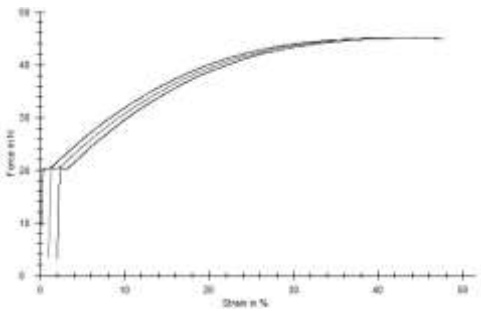
Slika 1. Dijagram napon - deformacija plastične (sintetičke) žice

Rezultati dobijeni zatezanjem plastične (sintetičke) žice, prečnika d=0.30 *mm* dati su u tabeli 5.

Tabela 5. Rezultati dobijeni zatezanjem sintetičke žice.

br	Prečnik d_0 mm	L_0 mm	$F_{max.}$ N	$F_{kidanja}$ N/mm²	$\varepsilon_{kidanja}$ %	ε_{Fmax} %
1	0.3	300.18	28.09	373.45	38.29	28.40
2	0.3	300.19	27.85	387.92	33.56	28.33
3	0.3	300.19	27.31	371.60	33.03	28.33
4	0.3	300.19	27.59	368.86	37.88	27.74
5	0.3	300.20	27.37	367.36	37.85	28.46

Na slici 2. Prikazan je dijagram napon - deformacija čelične žice prečnika 30 *mm*.



Slika 2: Dijagram napon – deformacija čelične žice

Rezultati dobijeni zatezanjem čelične žice, prečnika d=0.30 mm dati su u tabeli 6.

Tabela 6. Rezultati dobijeni zatezanjem sintetičke žice.

Nr	Prečnik d_0 mm	L_0 mm	$F_{max.}$ N	$F_{kidanja}$ N/mm²	$\varepsilon_{kidanja}$ %	ε_{Fmax} %
1	0.3	200.11	45.12	635.42	44.50	41.40
2	0.3	200.08	45.11	635.09	45.91	40.70
3	0.3	200.10	45.11	634.07	45.65	41.95

5. ZAKLJUČAK

Poslovni rizici mogu upropastiti i najbolje poslove, zbog toga je važno znati koji su to sve rizici mogući u poslovanju preduzeća. Budući da ne možemo izbeći rizike, javila se potreba za analizom i upravljanjem rizikom nabavke (sintetičke i čelične žice), kojima se doprinosi efikasnija raspodela resursa u Fasilu. Cilj upravljanja rizikom jeste da se obezbedi transparentnost aktivnosti koje se odvijaju unutar Fasila, jasno naznači u kojim segmentima poslovanja postoje propusti i koje su to mere koje treba preduzeti kako bi se nedostaci otklonili.

Analizom rizika koja je obuhvatala parametre: kašnjenje sa nabavkom materijala i kvalitet žice, vidi se da su svi resursi Fasila a.d. u funkciji ostvarivanja ciljeva i da se njihova odgovornost meri kvalitetom izvršavanja poslovnih aktivnosti. Eksperimentalna ispitivanja mehaničkih karakteristika plastične (sintetičke) i čelične žice, pokazala su da je kvalitet žice, usaglašen sa zahtevima standarda za proizvodnju sušnih i formirajućih sita.

Literatura

1. S.Ivanović, Upravljanje rizikom i osiguranje, Industrija 1- 2 / 2003, str. 69-82.
2. Matijević, B. Risk management: osnovne postavke. // Svijet osiguranja. 45 (2004), 3 ; str. 38-43.
3. Snežana Kirin, Aleksandar Sedmak, Leposava Grubić Nešić, Ilija Ćosić, Upravljanje rizikom projekata u kompleksnom petrohemijskom sistemu, *Hem. Ind.* 66 (1) 135–148 (2012)
4. Kereta, J. Upravljanje rizicima. // Osiguranje. 45 (2004), 9 ; str. 26-31.
5. M. Drljača, M. Bešker, Održivi uspjeh i upravljanje rizicima poslovanja, XIV. Savjetovanje SQM 2010, Centar za kvalitet Crne Gore i časopis Kvalitet, Br. 7-8, Poslovna politika, Beograd, Tivat, 2010, str. 33-39 i 110.
6. Aleksandra Anđelković, Nada Barac, Goran Milovanović, Upravljanje faktorima rizika: mehanizam za povećanje otpornosti lanca snabdevanja, Ekonomske teme, (2014)52 (1): 81-99.
7. Youakim Badr, Jean Stephan, Security and risk management in supply chains, *Journal of Information Assurance and Security* 2 (2007) 288-296.
8. Vehovec, M. Ocjenjivanje i prosudba poslovnog rizika. // Zbornik radova Ekonomskog fakulteta Rijeka. 11 (1993), suppl. ; str. 95-106.

Presenting author:
Nada Bojić
Cara Uroša 25/1, 31210 Požega
e-mail: nalemfkg@gmail.com

REINDUSTRIJALIZACIJA KAO STRATEGIJSKA OPCIJA OPORAVKA PRIVREDE SRBIJE
- SA POSEBNIM OSVRTOM NA INDUSTRIJU CELULOZE I PAPIRA -

REINDUSTRIALIZATION AS A STRATEGIC OPTION OF SERBIAN ECONOMY RECOVERY
- WITH A SPECIAL APPROACH TO INDUSTRY OF PULP AND PAPER -

Gordana Kokeza
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, Srbija

Izvod

U uslovima izraženih teškoća privređivanja, komplikovanog poslovnog ambijenta i visoke nezaposlenosti, proces reindustrijalizacije predstavlja nužnu strategiju oživljavanja i razvoja domaće privrede. U ovom radu biće izvršena analiza kretanja odgovarajućih ekonomskih pokazatelja u oblasti industrijske proizvodnje u prethodnom periodu, sa ciljem da se ukaže na opasnosti koje sobom nosi postojeći proces deindustrijalizacije, kao i da bi se predložili koraci za uspešnu realizaciju procesa reindustrijalizacije. Posebna pažnja u radu biće posvećena analizi uloge i značaja industrije celuloze i papira u procesu reindustrijalizacije.

***Ključne reči**: industrija, reindustrijalizacija, strategija, privredni razvoj, industrija celuloze i papira;*

Abstract

In the very difficult economic conditions, with very complicated business ambient and unemployment, reindustrialization process is urgent strategy of revitalization and development of Serbian economy. In this paper the analysis of some economic indicators in last period will be done, with a view of indicate the dangers of process of deindustrialization, and to suggest some necessity actions in the process of reindustrialization of domestic economy. A special attention will be pay to role and importance of pulp and paper industry in that process.

***Keywords**: industry, reindustrialization, strategy, economic development, pulp and paper industry;*

UVOD

Industrija kao privredna delatnost koja višestruko utiče na razvoj svih ostalih privrednih grana, predstavlja okosnicu razvoja većine zemalja. Savremeni industrijski razvoj u znatnoj meri uslovljen je razvojem tehnologije, o čemu se posebno mora voditi računa prilikom strategijskog upravljanja ovom oblašću. Industrija predstavlja veoma važan sektor i u domaćoj privredi, čije se učešće u stvaranju BDP, usled delovanja spoljnih i unutrašnjih faktora, decenijama unazad smanjivalo. Kao posledica toga došlo je do deindustrijalizacije, koja je postala najveći razvojni problem domaće privrede. U procesu oživljavanja i razvoja domaće industrije poseban značaj imaće grane koje pokažu potreban stepen vitalnosti, konkurentnosti i profitabilnosti. Jedna od datih grana jeste i industrija celuloze i papira, čije karakteristike su poseban predmet proučavanja u ovom radu.

1. INDUSTRIJA - OKOSNICA PRIVREDNOG RAZVOJA

Industrija predstavlja okosnicu privrednog i ukupnog razvoja svetske privrede, budući da višestruko utiče na razvoj svih drugih privrednih delatnosti i oblasti poslovanja. Značaj industrije za privredni razvoj nije se smanjio još od početka njenog nastanka, pa sve do danas, kada smo na pragu četvrte industrijske

revolucije, koju karakteriše proces digitalnih tehnologija i njihova primena u svim sferama života i rada.[4] Uticaj industrije na celokupan proces razvoja veoma je širok i kompleksan, a ogleda se u ubrzavanju ekonomskog rasta i razvoja, u promeni i diversifikaciji privredne strukture, povećanju zaposlenosti, kao i u porastu konkurentnosti, izvoza i životnog standarda.

Zbog značaja industrije, upravljanje ovim sektorom predmet je sistematskog, dugoročnog i strategijskog planiranja, posebno u periodima kriznih poremećaja i različitih teškoća u privređivanju, koji potrebu za strategijskim upravljanjem znatno intenziviraju. Osim toga, u izuzetno turbulentnim, promenljivim, nepredvidivim i neizvesnim uslovima privređivanja, strategijsko upravljanje predstavlja jedan od najvažnijih instrumenata borbe za opstanak i razvoj privrednih subjekata.

Mada je pod uticajem promena uslova privređivanja došlo i do promene stepena uticaja industrije na privredni razvoj nacionalnih ekonomija, industrija i danas ima ključnu ulogu u tom razvoju. Tokom sedamdesetih godina prošlog veka, usled delovanja mnogobrojnih faktora, a pre svega tehničko-tehnološkog progresa i porasta produktivnosti rada industrijskih preduzeća, kao i usled globalizacije svetske privrede, došlo je do smanjenja učešća industrije u stvaranju BDP, kao i do pada broja zaposlenih u ovoj oblasti, a sektor usluga preuzima vodeću ulogu.[5] Na relativno smanjenje uloge indsutrije uticao je i koncept održivog razvoja, koji počiva na težnji da se proširenjem i primenom novih znanja i tehnologije ostvari dugoročno održiv razvoj, koji je potisnuo je u drugi plan težnju ka brzom i dinamičnom industrijskom razvoju.[6]

2. MEĐUSOBNA USLOVLJENOST INDUSTRIJSKOG I TEHNOLOŠKOG RAZVOJA

U savremenim uslovima privređivanja tehnologija je jedan od najvažnijih faktora ekonomskog i društvenog prosperiteta. Tehnologija predstavlja nauku koja se bavi proučavanjem proizvodnih procesa, ali se može shvatiti i uže, kao konkretni sistem proizvodnje određenog proizvoda primenom utvrđenog postupka, uz upotrebu odgovarajućih materijala, oruđa za rad, stručne radne snage i znanja.[7] Uticaj razvoja tehnologije na industrijski razvoj od velikog je, a često i od presudnog, značaja. Mada se u početku industrijskog razvoja tehnologija razvijala relativno odvojeno od nauke, vremenom je sprega između nauke i tehnologije postajala sve čvršća, tako da su ova dva procesa danas veoma tesno povezana i međusobno uslovljena. S druge strane, usled sve šire primene naučnih dostignuća u praksi, uspostavljena je i sistematska veza između nauke, tehnologije i ekonomije.[8]

Savremena tehnološka dostignuća predstavljaju danas najmoćnije sredstvo konkurentnosti visokorazvijenih zemalja i osnovu njihovog monopolskog položaja u mnogim oblastima međunarodnih ekonomskih i političkih odnosa. Međutim, tehnološki progres, koji može da rezultira u nastanku novih procesa i novih proizvoda i usluga, kao i u nastanku novina u marketingu i organizaciji, u znatnoj meri doprinosi povećanju dinamičnosti okruženja i uslova poslovanja, utičući na njihovu veću neizvesnost i nepredvidivost.[9] Sve to uslove poslovanja čini diskontinuelnim i dovodi do globalizacije tržišta i svetske privrede, intenzivirajući potrebu za stalnom diversifikacijom i brzim promenama proizvodnih programa.

Istraživanja pokazuju da je uticaj tehnološkog razvoja na ostvareni ekonomski rast i razvoj veoma veliki, jer učešće tehnološkog u ukupnom privrednom razvoju može da iznosi od 40% do čak 90 procenata.[10] U industrijskom sektoru uticaj tehnologije ogleda se, pre svega, u njegovom ključnom doprinosu povećanju stope privrednog rasta, preko porasta produktivnosti privrednih subjekata, poboljšanja pozicije zemlje u međunarodnoj podeli rada, što, kao rezultat, doprinosi potpunijem zadovoljenju potreba stanovništva i

[4] Kokeza, G., Nova strategija razvoja industrije Srbije u funkciji prevazilaženja ekonomske krize, (2011), Ekonomski vidici, str. 648.

[5] Ballance, R.H.,International industry and business, (1987), Allen and Unvin, London.

[6] Evrolex: Commucation EC, Industrial policy in an Enlarged Europe, COM, (2002), 714.

[7] Ekonomska enciklopedija, (1984), Savremena administracija, Beograd.

Kukoleča, S., (1994), Organizaciono poslovni leksikon, Rad, Beograd.

[8] Kokeza, G., (2016), *Uloga inovacija menadžmenta u inovativnoj i kreativnoj ekonomiji,* Ekonomski vidici, tematski broj, br. 2-3, Društvo ekonomista Beograda, Beograd, jun-oktobar 2016, str. 145.

[9] Rosegger, G., (1980), The Economics of Production and Innovation, Pergamon Press.

[10] Clifton, D., (1989), Elements of an Effective Assistance Policy to Stimulate Economic Development, Economic Development Quarterly, t. 3, br. 1.

porastu životnog i ukupnog društvenog standarda. U lancu vrednosti jednog privrednog subjekta tehnologija prožima sve njegove aktivnosti, počevši od ulazne logistike, svih operativnih aktivnosti, marketinga, prodaje, svih formi upravljanja, do izlazne logistike, tehološkog razvoja i celokupne infrastrukture preduzeća.[11]

Važno je napomenuti da razvijene zemlje, kao tehnološki lideri, imaju monopolsku poziciju na svetskom tržištu tehnologije, dok nerazvijene zemlje, koje su i tehnološki nerazvijene, teže da prevaziđu datu nerazvijenost i da ubrzaju svoje razvojne tokove kupovinom gotovih tehnoloških rešenja putem procesa transfera tehnologije koji, pored nesumnjivih pozitivnih efekata često ima i mnogobrojne negativne efekte, od kojih je zapadanje u trajnu tehnološku zavisnost jedan od najnepovoljnijih.[12]

Razvoj i primena najnovijih tehnoloških dostignuća podrazumeva stalno povećanje kvantuma znanja privrede i njenih subjekata, tako da se savremene ekonomije nazivaju ekonomijama znanja, odnosno ekonomijama zasnovanim na znanju. Privrede zasnovane na znanju koriste znanje u svim svojim ekonomskim delatnostima i aktivnostima, šireći svoju privrednu strukturu i prerastajući u ekonomije koje pokreće znanje.[13] Jačanjem svoje tehnološke osnove i inovacionog potencijala savremena industrijska preduzeća bore se za jačnje svoje konkurentske pozicije, zašta su neophodni odgovarajući napori kako u oblasti tehnologije, tako i u oblasti inženjerstva i marketinga, kao i odgovarajući ljudski, finansijski i materijalni resursi.[14]

3. DEINDUSTRIJALIZACIJA I REINDUSTRIJALIZACIJA PRIVREDE SRBIJE

Industrijalizacija je omogućila da se Srbija, u okviru SFRJ, od nerazvijene poljoprivredne zemlje transformiše u srednje razvijenu industrijsku zemlju. U tadašnjoj privredi, industrijski razvoj uticao je na bitnu promenu privredne strukture, na porast zaposlenosti i na razvoj drugih privrednih grana. U periodu od 1953. do 1988. godine stopa industrijskog rasta iznosila je 7,5%, ali je posle navedenog perioda dati rast počeo da se smanjuje, da bi od 90. tih godina prošlog veka pa sve do danas došlo do deindustrijalizacije domaće privrede.[15] Posebno je bio kritičan perod od 2000. do 2010. godine, kada je udeo industrije u BDP pao sa 22,3% na 16% i kada je otpušteno skoro 700 000 industrijskih radnika, sa kojima je u nepovrat otišlo njihovo znanje, iskustvo, veštine i sve decenijama sticane kompetentnosti, koje se teško mogu brzo nadomestiti.[16] Deindustrijalizaciju su prouzrokovali kako unutrašnji, tako i spoljašnji faktori, a pre svega politički i vojni sukobi, neefikasan i spor proces tranzicije, kao i uticaj svetske ekonomske krize, globalizacija i liberalizacije svetskog tržišta. Sve navedeno dovelo je do propadanja realnog sektora i urušavanja domaće industrije. Usled toga, od devedesetih godina prošlog veka pa sve do danas deindustrijalizacija postaje jedan od najvećih razvojnih problema privrede Srbije.

Poslednjih godina, međutim, domaća indsutrija pokazuje znake blagog oporavka i rasta. Podaci o kretanju baznih indeksa industrijske proizvodnje po delatnostima u periodu od 2012. do 2016. godine, (pri čemu je kao bazna uzeta 2010. godina), prikazani su u tabeli 1. Podaci prikazani u tabeli 1 ukazuju da je kretanje ukupne industrijske proizvodnje u posmatranom periodu bilo promenljivo. Osim u 2014. godini, kada je došlo do pada industrijske proizvodnje za nešto više od 1%, u svim ostalim godinama posmatranog perioda izražen je blagi rast vrednosti proizvodnje, koji je bio najveći 2016. godine i iznosio je 12,1 % u odnosu na 2010. godinu. Najveći porast proizvodnje ostvaren je u sektoru kapitalnih proizvoda, gde se 2016. godine proizvodnja povećala za 44,3% u odnosu na baznu godinu. Najlošije rezultate ostvarila je proizvodnja intermedijarnih proizvoda, koja je je, osim u 2016, u celom posmatranom periodu ostvarila manju proizvodnju nego 2010. godine.

Navedene rezultate, a posebno rast industrijske proizvodnje, treba prihvatiti sa rezervom, prvo, zato što su u pitanju relativni pokazatelji, a drugo, zato što je industrijska proizvodnja u baznom periodu bila na veoma niskom nivou. U prilog tome govori i podatak da je industrijska proizvodnja 2017. godine bila za 44,2% manja nego 1990. godine. Ukoliko bi se rast industrijske proizvodnje nastavio po prosečnoj stopi ostvarenoj u poslednje tri godine, Srbija bi nivo industrijske proizvodnje iz 1990. dostigla tek 2026. godine.[17]

[11] Đuričin, i dr. (2015), Menadžment i strategija, Ekonomski fakultet, Beograd.
[12] Stavrić,B., Kokeza, G., (2009), Upravljanje poslovnim sistemom, TMF, Beograd, str.281.
[13] European Commission, (2004), str. 22.
[14] Stavrić,B., Kokeza, G., (2009), Upravljanje poslovnim sistemom, TMF, Beograd, str.301.
[15] Savić, Lj., (2009), Srpska industrija za dvadset prvi vek, Industrija, Beograd, 1/2009, str. 2.
[16] http:://www.balkanmagazin.net/biznis/cid/131-61614/poslovni-ambijent-i-prioriteti
[17] http://rs.n1info.com/a378826/Biznis/Rast-srpske-industrije-od-2014.html

Tabela 1. Bazni indeksi industrijske proizvodnje Srbije po nameni i sektorima 2012-2016. (2010 = 100)

Red.br.	Naziv	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.
1.	Industrija - ukupno	100,2	105,6	98,8	107,1	112,1
2.	Energija	98,9	112,6	92,5	108,1	110,0
3.	Intermedijarni pr. osim energije	97,6	96,2	93,1	98,5	107,4
4.	Kapitalni proizvodi	112,6	143,7	137,8	142,1	144,3
5.	Trajni proizvodi za široku potrošnju	88,1	100,0	100,4	101,5	111,1
6.	Netrajni proizvodi za široku potrošnju	101,7	98,3	99,1	104,2	108,6
7.	Rudarstvo	109,9	115,8	96,5	106,6	110,9
8.	Prerađivačka industrija	98,9	103,5	102,1	107,7	113,3
9.	Snabdevanje el.energijom, gasom, parom i klimatizacija	101,9	110,3	88,1	104,5	107,3

(Izvor: Statistički godišnjak RS, (2017.).

U tabeli 2 prikazano je kretanje lančanih indeksa industrijske proizvodnje po delatnostima u periodu od 2012. do 2016. godine.

Tabela 2. Lančani indeksi industrijske proizvodnje po delatnostima 2012-2016.

Red. br.	Naziv	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.
1.	Industrija ukupno	97,8	105,5	93,5	108,3	104,7
2.	Energija	93,6	113,2	82,6	116,9	101,9
3.	Intermedijerni proizvodi osim energ.	94,1	99,0	96,8	105,3	109,1
4.	Kapitalni proizvodi	105,5	127,6	95,9	103,1	101,6
5.	Trajni proizv. za široku potrošnju	105,8	113,6	100,4	101,0	109,5
6.	Netrajni proizv. za široku potrošnju	102,9	96,7	100,9	105,0	104,2
7.	Prerađivačka industirija	99,1	104,8	98,6	105,3	105,3
8.	Proizvodnja papira i prozv. od papira	105,2	99,9	101,5	105,9	99,5

(Izvor: Statistički godišnjak RS, (2017.).

Podaci tabele 2 ukazuju da je industrijski sektor kao celina u posmatranom periodu imao tendenciju promenljivog kretanja proizvodnje, sa blagim rastom u 3 od 5 posmatranih godina. Najveći rast ukupne industijske proizvodnje ostvaren je 2015. u odnosu na 2014. godinu i iznosio je 8,3 procenta. Osim toga, u posmatranom periodu jedino je sektor trajnih proizvoda za široku potrošnju imao konstantni rast proizvodnje. Svi ostali sektori su imali veći ili manji pad ili porast proizvodnje. Proizvodnja papira i proizvoda od papira u 3 godine je ispoljila rast proizvodnje, i to najveći 2015. u odnosu na 2014. godinu, kada je porast iznosio 5,9 procenata, dok je neznatan pad proizvodnje (za manje od 1%) zabeležila 2013. i 2016. godine. Analiza pokazatelja kretanja industrijske proizvodnje u nekoliko poslednjih godina ukazuju da u domaćoj privredi postoje znaci sporog i nestabilnog oporavka industijskog sektora. Poslednji podaci Republičkog zavoda za statistiku ukazuju da je povećanje industrijske prozvodnje u prvih 11 meseci 2017. iznosilo 3,9 procenata.[18]

Svi navedeni podaci ukazuju na činjenicu da je započeo oporavak industrijskog sektora, ali i da je on nestabilan i relativno blag. U poređenju sa razvijenim zemljama, struktura privrede Srbije može se oceniti kao nepovoljna i neprimerena zahtevima savremenog poslovanja. Datoj situaciji znatno je doprinelo nisko učešće industrije u domaćem BDP, koje iznosi oko 20%, (poređenja radi, dato učeše u Češkoj iznosi 45 procenata). Usled toga, reindustrijalizacija domaće privrede predstavlja jedan od najznačajnijih zadataka politike budućeg privrednog razvoja Srbije.

[18] https://naslovi.net/2017-12-29/rts/rast-investicija-i-industrijske-proizvodnje-u2017-godini/20992968

3. ANALIZA POKAZATELJA PROIZVODNJE INDUSTRIJE PAPIRA I CELULOZE

Industrija papira i celuloze predstavlja značajnu granu prerađivačke industrije, kako u svetskoj, tako i u domaćoj privredi. Papir je predmet široke potrošnje bez koga se ne može ni zamisliti savremeni život. Zajedno sa otkrićem štampe, papir je znatno doprineo širenju pismenosti, nauke, kulture, kao i celopkupnom društveno-ekonomskom razvoju. U svetu se potrošnja papira po stanovniku smatra jednim od bitnih pokazatelja kulturnog nivoa i životnog standarda stanovništva.[19] Industrija papira i celuloze kao osnovnu sirovinu koristi drvo i druge prirodne resursu, čiji je veliki potrošač, pa je njen uticaj na životnu sredinu takođe značajan. Karakteristike poslovanja privrednih subjekata u oblasti industrije papira i celuloze čine: neophodnost visokih kapitalnih ulaganja, dug period povraćaja sredstava, visoka profitabilnost, ali i negativan uticaj ove proizvodnje na životnu sredinu. Međutim, zahvaljujući primeni inovacija, ova grana je znatno smanjila emisiju štetnih materija u okruženje i unapredila svoje tehnološke postupke u cilju ispunjavanja standarda održive proizvodnje, pre svega smanjenjem emisije CO2, reciklažom starog papira, zatim korišćenjem obnovljivih izvora energije i slično.[20]

Domaća industrija papira i celuloze igra relativno značajnu ulogu u oblasti industrijske proizvodnje i izvoza zemlje. Naime, praksa je pokazala da je ova industrijska grana podložna negativnim trendovima u periodima krize i privrednih poremećaja, ali, s druge strane, u periodima oporavka i pozitivnih privrednih kretanja ispoljava znatan stepen vitalnosti kroz brzi oporavak, rast, razvoj i profitabilnost.

U tabeli 3 dat je prikaz kretanja fizičkog obima proizvodnje papira i proizvoda od papira u Republici Srbiji u periodu od 2014. do 2016. godine.

Tabela 3. Fizički obim proizvodnje papira i proizvoda od papira u RS ((2013-2016)

Red. broj	Naziv	Proizvodnja u t				Indeks 2016/13
1.	Proizvodnja papira i proizvoda od papira	2013.	2014.	2015.	2016.	
2.	Papir i karton	168 318	167 587	172 617	193 262	114,8
3.	Talasasti papir i karton	74 580	53 106	50 778	56 060	75,2
4.	Ambalaža od papira i kartona	158 672	165 161	175 418	185 920	117,2
5.	Papirni proizvodi za domaćinstvo, sanitarne i toaletne potrebe	38 499	45 458	45 458	49 423	128,4

(Izvor: Statistički godišnjak RS, (2014, 2015, 2016. i 2017.) i obrada autora)

Na osnovu analize podataka tabele 3 može se zaključiti da je domaća proizvodnja papira i proizvoda od papira u posmatranom periodu od 4 godine imala pretežno rastući trend. Najveći rast fizičkog obima proizvodnje od 28,4% u 2016. u odnosu na 2013. godinu ostvaren je u oblasti proizvodnje papirnih proizvoda za domaćinstvo, sanitarne i toaletne potrebe. Ambalaža od papira i kartona ostvarila je porast proizvodnje za 17,2% , dok je proizvodnja talasastog papira i kartona skoro konstantno opadala, tako da je 2016. godine bila za oko 25% manja nego 2013. godine. Može se zaključiti da su sve delatnosti ove industrijske grane, osim proizvodnje talasastog papira i kartona, u posmatranom periodu pokazale pozitivan trend iskazan kroz povećanje fizičkog obima proizvodnje, što je u određenoj meri doprinelo ostvarenu blagog oporavka i rasta domaćeg industrijskog sektora u celini.

Pošto je industrija celuloze i papira značajan izvoznik svojih proizvoda, njen budući razvoj mora biti usklađen sa zahtevima i tendencijama u razvijenim zemljama. Naime, ova industrijska grana spada u red inovativnih. Inovativnost je posebno zastupljena u procesu primene unapređenih ili novih tehnoloških

[19] http://www.arhivistika.edu.rs/clanci/konzervacija-i-restauracija-arhivske-grade/142-sn-z-n-p-r-v-pr-izv-dnj-p-pir

[20] European Commsion, (2017).

postupaka, u razvoju postojećih i proizvodnji novih proizvoda, ali i u oblasti poboljšanja postupaka za povećanje energetske efikasnosti, zaštite životne sredine, primene novih, efikasnijih metoda organizacije i upravljanja poslovanjem u celini. Za realizaciju navedenih ciljeva neophodan je dugoročan, strategijski pristup, koji važećom Strategijom razvoja industrije Srbije do 2020. godine nije preciznije definisan, a što može da predstavlja jedan od važnih zadataka njenog budućeg strategijskog usmerenja.

ZAKLJUČAK

Jedan od najvećih razvojnih problema domaće privrede jeste proces deindustrijalizacije koje je praćen padom industrijske proizvodnje, otpuštanjem velikog broja radnika, smanjenjem broja privrednih subjekata u ovoj oblasti, kao i pogoršanjem strukture industrijskog sektora. U takvim okolnostima nužno se nameće neophodnost procesa reindustrijalizacije privrede. Industrija papira i celuloze, koja spada u red profitabilnih, inovativnih i fleksibilnih delatnosti u datom procesu može odigrati značajnu ulogu. Izvršena analiza da su sve delatnosti ove industrijske grane, osim proizvodnje talasastog papira i kartona, u posmatranom periodu pokazale pozitivan trend iskazan kroz povećanje fizičkog obima proizvodnje, što je u određenoj meri doprinelo ostvarenu blagog oporavka i rasta domaćeg industrijskog sektora u celini.

Literatura

[1] Ballance, R.H., (1987), *International industry and business*, Allen and Unvin, London.

[2] Clifton, D., (1989), Elements of an Effective Assistance Policy to Stimulate Economic Development, *Economic Development Quarterly*, t. 3, br. 1.

[3] Đuričin, D., i dr. (2015), *Menadžment i strategija*, Ekonomski fakultet, Beograd.

[4] *Ekonomska enciklopedija*, (1984), Savremena administracija, Beograd.

[5] European Commission, (2004), Brussels.

[6] European Commsion, (2017), Brussels.

[7] Evrolex: Commucation EC, *Industrial policy in an Enlarged Europe*, COM, (2002), 714.

[8] Kokeza, G., (2011), Nova strategija razvoja industrije Srbije u funkciji prevazilaženja ekonomske krize, *Ekonomski vidici*,broj 4, Tematski broj, Društvo ekonomista Beograda, Beograd, str. 647-659.

[9] Kokeza, G., (2016)**,**Uloga inovacija menadžmenta u inovativnoj i kreativnoj ekonomiji, *Ekonomski vidici*, tematski broj, br. 2-3, Društvo ekonomista Beograda, Beograd, jun-oktobar 2016, str. 145-159.

[10] Kukoleča, S., (1994), *Organizaciono poslovni leksikon*, Rad, Beograd.

[11] Rosegger, G., (1980), *The Economics of Production and Innovation*, Pergamon Press, London.

[12] Savić, Lj., (2009), Srpska industrija za dvadeset prvi vek, *Industrija*, br. 1/2009, Ekonomski institut, Beograd, str. 1-17.

[13] *Statistički godišnjak RS*, (2014, 2015, 2016. i 2017.), Republički zavod za statistiku, Beograd.

[14] Stavrić, B., Kokeza, G., (2009), *Upravljanje poslovnim sistemom*, TMF, Beograd.

[15] http:://www.balkanmagazin.net/biznis/cid/131-61614/poslovni-ambijent-i-prioriteti

[16] http://rs.n1info.com/a378826/Biznis/Rast-srpske-industrije-od-2014.html

[17] https://naslovi.net/2017-12-29/rts/rast-investicija-i-industrijske-proizvodnje-u2017-godini/20992968

[18] http://www.arhivistika.edu.rs/clanci/konzervacija-i-restauracija-arhivske-grade/142-sn-z-n-p-r-v-pr-izv-dnj-p-pir

Presenting author:
Gordana Kokeza
Tehnološko-metalurški fakultet Beograd
Univerzitet u Beogradu
E-mail: gkokeza@tmf.bg.ac.rs

EFFECT OF DIFFERENT PACKAGING CONDITIONS ON SHELF-LIFE OF TRADITIONAL FERMENTED SAUSAGE

UTICAJ RAZLIČITIH USLOVA PAKOVANJA NA ROK TRAJANJA TRADICIONALNE FERMENTISANE KOBASICE

Tanja Žugić Petrović[1], Dragana Stanisavljević[1], Predrag Ilić[1], Dragan Veličković[1], Ljiljana Comić[2]
[1]Department of Food Science and Technology, College of Agriculture and Food Technology, Prokuplje, Serbia
[2]Department of Biology and Ecology, Faculty of Science, University of Kragujevac, Kragujevac, Serbia;

Abstract

In order to preserve nutritional value and quality properties of food products, it is necessary to select adequate and functional packaging. Contemporary achievements in this technology enable the quality of food produced by various technological processes to be preserved in the selected packaging using optimal packaging process. Fermented sausages are most often packaged in polymer packaging. This paper presents the results of analysis of the impact of different types of packaging (under normal atmospheric conditions and vacuum packaging) on sustainability of the sensitive product that is traditionally produced fermented sausage. No significant change in color, consistency, structure, and other sensory characteristics of the tested sample was observed in the vacuum packaging until the end of research.

Keywords: *Packaging materials, fermented sausages, packaging*

Izvod

Da bi se sačuvala hranljiva vrednost i kvalitet prehrambenih proizvoda, neophodno je izabrati odgovarajuću i funkcionalnu ambalažu. Savremena dostignuća u ovoj tehnologiji omogućavaju da se kvalitet hrane proizvedene različitim tehnološkim procesima očuva u odabranoj ambalaži primenom optimalnog postupka pakovanja. Fermentisane kobasice su najčešće pakovane u polimernu ambalažu. Ovaj rad prikazuje rezultate analize uticaja različitih tipova pakovanja (pod normalnim atmosferskim uslovima i u vakuumu) na održivost osetljivih proizvoda, kao što su tradicionalno proizvedene fermentisane kobasice. Kod pakovanja u vakuumu do kraja istraživanja nisu primećene značajnije promene boje, konzistencije, strukture i drugih senzorskih svojstava testiranih uzoraka.

Ključne reči*: Ambalažni materijal, fermentisane kobasice, pakovanje*

1. INTRODUCTION

Packaging materials and packaging necessarily follow food products. Meat and meat products are fairly sensitive to the effects of external factors such as light, moisture, oxygen,and microorganisms. Properly selected packaging materials and packing conditions used provide protection against these factors, as well as the preservation of nutritive properties for the duration of declared shelf life. As the science of packaging developed, it was discovered that a better protective effect of packaging materials can be achieved by applying different packaging conditions (1), such as packaging under atmospheric conditions, vacuum packaging , inert gas or a mixture of inert gasses protective packaging, ie modified atmosphere packaging and aseptic packaging. Fermented dry sausages are high quality products of the meat industry, highly valued and demanded by consumers. These products are made of primal cuts of meat, fat with surrounding tissue, which after filling in wrappers are preserved by fermentation, drying and ripening processes, with or without smoke. Fermentation is a process for preservation of food products, with the participation of microorganisms, whereby pH, smell, taste and other properties of the product change. With salting and smoking, fermentation and curing are some of the oldest conservation methods (2; 3; 4), and sausages are one of the oldest meat products (5).

Contemporary industrial production of fermented sausages is characterized by a high degree of mechanization, a growing tendency for automation and production programming, as well as the use of nitrates and / or nitrites, various sugars and starter cultures, to accelerate and control fermentation, color, drying and ripening processes.

Tradicionalna proizvodnja fermentisanih kobasica, uglavnom, ne podrazumeva dodatak aditiva i starter kultura, a proces dimljenja, sušenja i zrenja se odvija u prostorijama u kojima nije moguće kontrolisati procesne parametre, pa je i kvalitet takvih proizvoda često varijabilan. Kvalitetne tradicionalne fermentisane

kobasice proizvedene bez dodatka nitritne i nitratne soli i drugih aditiva, kao i starter kultura u novije vreme zauzimaju veoma važno mesto na svetskom tržištu, što je sigurno povezano sa stalnim povećanjem potražnje savremenog društva za organski proizvedenom hranom i proizvodima specifičnog i prepoznatljivog kvaliteta.

Packaging and storage of fermented sausages

Due to their high sensory and nutritional quality, dry fermented sausages are highly appreciated and sought after products. They are consumed to a great extent both in our country and in the world. After wrapping, sausages go through several production stages, such as smoking, fermentation, drying and ripening. At the end of the sausage production process, sausages are ready to be consumed, and are often sold unpacked in retail (6). Dried fermented sausages in retail are generally stored in aerobic conditions, and the product is exposed to oxygen and potentially oxidative processes. Since the content of lipids in dry fermented sausages is relatively high, their oxidation disrupts the sensory quality by the appearance of extreme odor and taste and discoloration of the product. Oxidation can also affect the nutritional value of foods by decomposing vitamins, polyunsaturated essential fatty acids or even leading to the accumulation of toxic compounds (2; 7; 8). Due to the effects of ambient air, dehydration of sausages continues to affect the sensory properties of the product (abrasion on the surface of the wrapping, dark color, too hard consistency), as well as the economic effect of production, as an excessive loss of mass occurs. An efficient solution for the preservation of quality for longer storage period of fermented dry sausages is reflected in their packaging. Fermented sausages are most often packaged in polymer packaging. These packaging materials can be barrier or high barrier, with the possibility of thermal shrinking, different composition and properties, produced using different technologies. Packaging can be performed under atmospheric conditions, vacuum or modified atmosphere (MAP). The increasing demands of consumers for high quality meat products, as well as the increasing demands of producers in terms of standardization and rationalization of production, have led to the use of various packaging and application of various packaging materials in this branch of the food industry (9; 10). Choosing the appropriate packaging method requires knowing the basic mechanisms of food spoilage, hygienic status of the product immediately before packaging, as well as the temperature during storage and distribution (11).

Consequently, in order to extend the shelf life of these products, the trend is to apply new, more efficient packaging methods in anaerobic conditions. For meat products produced with the addition of nitrites, packaging should be directed at completely disabling the contact of the product with oxygen, and this is achieved by applying a vacuum packaging or modified atmosphere (MAP) packaging(12). These types of packaging allow extending the shelf life, as well as the attractive appearance of the product in retail (13; 6; 14; 15).

When it comes to packaging, most of the food industry products are not presented with specific conditions, and they are packaged under atmospheric conditions. This means that a certain quantity of air is packaged with the product.

Vacuum packaging is a way of packaging that removes air or oxygen from the packaging before closing it. It is very difficult to maintain the remaining amount of oxygen at a sufficiently low level and therefore the remaining oxygen level in the package immediately after sealing is obviously an important parameter in preventing the discoloration of packaged cured meat (16). Low oxygen permeability, which depends on temperature and relative humidity, is crucial for the stability of the product's color during storage. In vacuum packaging, removal of air in oxygen-tight packaging creates anaerobic / microaerophilic eco systems. Oxygen in the packaging passes into carbon dioxide due to respiration of meat tissue and bacterial activity. The created anaerobic conditions and the inhibiting effect of CO_2 suppress the growth of *Pseudomonas* and *Achromobacter* bacteria species and allow for the growth of facultative anaerobes such as *Lactobacillus* and *Leuconostoc* species (17).

The aim of this paper is to demonstrate the possibilities for packaging fermented sausages, as well as to monitor the effect of packing impact on product sustainability.

2. MATERIALS AND METHODS

Sausage preparation

Fermented sausage is an autochthonous product from the territory of Eastern Serbia that is produced during autumn and winter. Meat mixture is prepared from cold pork meat with a small quantity of beef and spices. The sausage is smoke-dried for approximately 25 days on cold beech wood smoke, and then dried in air. The sausage is dried in the air as low temperatures of air allow preservation of the product. Spontaneous

fermentation of this sausage leads to development of characteristic microbiota and sensory characteristics of the product. Five samples of sausages from the same production year were taken, which were then coated with hot pepper extract, followed by a uniformly applied suspension of tested molds. The sausage samples were placed in polyethylene bags and vacuum-packed in a vacuum packaging machine (Intrama Accent 420). Prepared sausages were stored in ambient conditions at the temperature of 25°C, while the occurrence and increase of molds on the tested samples of the traditional fermented sausage samples was measured over a period of 30 days.

Extract of hot pepper Leskovački džinka, *Capsicum annuum* L. species, used in the research process was obtained by Soxhlet extraction with 96% *v/v* ethanol as a solvent (18).

Fungal strains

Fungal strains isolated from the dry-cured sheep ham were used as test microorganisms. Tested fungi were isolated from the surface of the sheep ham using Dichloran 18% glycerol agar (DG18 agar) (Merck, Darmstadt). Sheep ham samples were placed against DG18 agar surface and kept for 30 seconds in order to allow for adequate transmit of fungal spores from the sheep ham to the surface of the substrate. The substrate was then incubated at 25°C for 5 days. After that, the colonies belonging to genera *Penicillium* spp. were subcultured onto the Czapek Yeast Extract Agar (CYA) (Merck, Darmstadt). Pure cultures of fungi were then identified using specific parameters (colony diameter, color and texture, microscopic characteristics – hyphae and conidiophore appearance, size and shape of vesicles, metulae, phialides, and conidia) described in literature (19; 20, 21, 22). Fungal cultures that were previously isolated and identified were kept on Sabouraud Maltose Agar (SMA) (Torlak, Beograd, Serbia) at 4°C as part of the collection of the Laboratory for Food Microbiology at the Faculty of Technology, University of Novi Sad, Serbia. The seven-day fungal cultures grown on PDA were used to prepare the fungal spore suspension tests (initial spore count of 6 log cfu/ml).

Microbiological analysis

Microbiological analysis of contaminated samples of traditional fermented sausage was done in accordance with the standard method for sample preparation SRPS EN ISO 6887-1:2008 (23). Analyses were performed on three samples from each batch in duplicate. Results were expressed as the number of colony forming units per gram (cfu/g).

Statistical Analysis

Statistical analysis of the results between the examined groups was determined by an analysis of variance (ANOVA) of one way using SPSS package (SPSS 19.0, Chicago, IL, USA). Duncan's t-test was used to investigate the significance of the difference between the median values of the two investigated groups. All statistical tests were performed for a significance level $p < 0.05$.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The appearance of the first colonies on fermented sausages that were packaged in polyethylene bags under normal atmospheric conditions was measured after the third day of research. The total number of mold colonies increased from the initial level of $6.5 \pm .0.04$ log cfu/g to 36.86 ± 0.5 log cfu/g over the period of 3-30 days in sausages packaged in polyethylene bags. An increase in the number of colonies of tested yeasts was statistically significant after the seventh day for polyethylene bags packaging. After the tenth day of the study, the number of colonies on the product was increased, so the product was covered with molds (Picture 2). Contamination of samples was conducted in this research, so the appearance of colonies in the increased number compared to the published works was also expected. The total number of colonies in the vacuum packaging of contaminated sausage samples was in the range of 6.4 ± 0.2 log cfu/g, remained approximately at that level by the seventh day when it began to fall to a value of 3.35 ± 1 log cfu/g at the end of the study, after 30 days. Statistically significant differences were observed in the number of molds in samples packaged in polyethylene bags and samples in vacuum packaging.

Özpolat et al., 2014 (24) in their work indicate the appearance of mold colonies in samples packaged under normal conditions on the first day of research, whereas in the case of vacuum packing, colonies were detected on the 56th day of the research.

Sachindra et al., 2005 (25) present the results of the study on buffalo sausage where yeasts and mold counts increased from 14th day in air conditions samples, and on 56th day in vacuum packed samples. Vacuum packing has shown substantially inhibitory effects on the growth of yeasts and molds during storage.

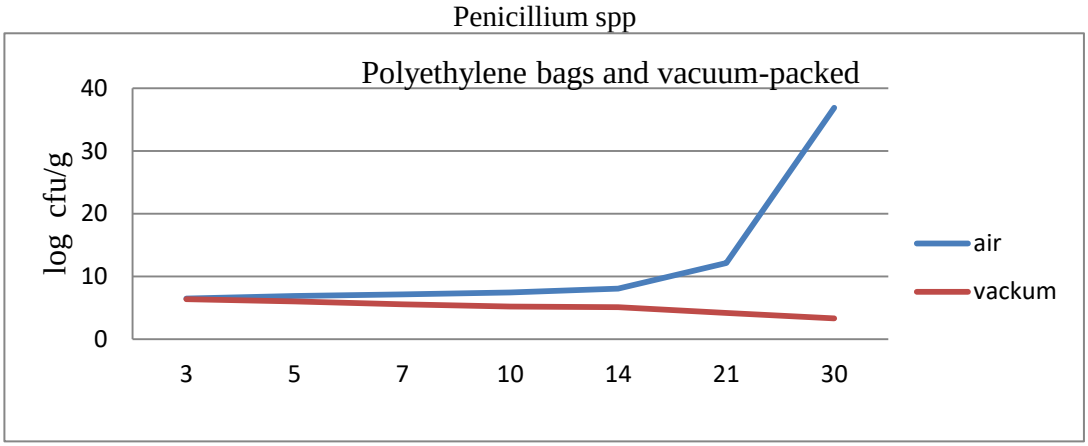


Figure 1. *Change in the number of mold colonies in samples of fermented sausage*

Sensory results indicate that samples of traditional fermented sausages packed under normal atmospheric conditions and in polyethylene bags were hygienically unacceptable for human use after the 7th day of storage. Particularly noticeable were pronounced changes on the surface of sausage and the growth of mold colonies which was uneven, creating grayish-white layers in the form of seals of different sizes. The aroma was bad, bitter, with a mildly rancid (Picture 2). Shelf life of the sausage was reduced and a complete change in the organoleptic properties of the product occurred (26).

Organoleptic characteristics of fermented sausages samples were more or less preserved in the vacuum packaging until the end of the study, with no significant change in color, consistency, structure, and other sensory characteristics (Picture 3). The extract of Leskovačka džinka hot pepper, Capsicum annuum L., used in the research process did not significantly affect the growth of molds in both cases. Sachindra et al. 2005 (25) point out that vacuum packaged sausages made from bison meat had a shelf life of 32 days, while sausages packaged in polyethylene bags had a 16-day shelf life at refrigeration temperature.

Picture *2. Sensory analysis of fermented sausage samples in polyethylene bags*

***Picture** 3. Sensory analysis of fermented sausage samples in vacuum packaging*

Vacuum packaging increases the shelf life of sausages when low-oxygen-permeability films are used (27). A study by Santos et al., 2005 (28) showed that the shelf life of "Morcilla de Murgos" kept in the presence of air was not higher than 17 days, while the samples packaged under vacuum and with 30% of CO_2 retained the quality up to 22 days of storage.

4. CONCLUSION

Packaging materials for food products, in addition to requiring a good presentation of the packaged product in packaging, must ensure adequate protection of nutritional content values and quality product sustainability. In order to achieve these requirements, depending on the type and sensitivity of the product, it is necessary to apply optimal types and combinations of packaging materials, shapes and types of seilings, as well as to access the most favorable ways and conditions of the packaging. New packaging methods which meet the increasingly stringent requirements of customers are continually inveneted. It is necessary to protect the product from spoilage, but also to ensure the least possible exposure of food to undesirable changes during the manufacturing process. This is only possible if all the points of the process are strictly controlled, and the packaging process itself is one of the critical stages in the process of obtaining final product safe for consumption. From the technological point of view, the guidelines for advancing the packaging system are: achieving the highest quality product, which is a product changed as little as possible in relation to the starting raw material and making sure the obtained product is safe for consumption. The obtained results indicate that according to the characteristics of fermented sausages and the desired sustainability, packaging conditions in a vacuum that will optimally preserved the product can be selected.

References

[1] Ahvenainen, R: Novel Food Packaging Techniques, VTT Biotechnology, Finland, p. 534 (2003).

[2] Toldrá, F., Sanz, Y., Flores, M. (2001). Meat fermentation technology. In: Meat Science and Applications, edited by Y.H. Hui, W.K. Nip, R.W. Rogers, O.A. Young (pp. 537-561). New York: Marcel Dekker, Inc.

[3] Petäjä-Kanninen, E., Puolanne, E. (2007). Principles of Meat Fermentation. In: Handbook of Fermented Meat and Poultry, edited by F. Toldrá, Y.H. Hui, I. Astiasarán, W.K. Nip, J.G. Sebranek, E.T.F. Silveira, L.H. Stahnke, R. Talon (pp. 31-36). Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing.

[4] Vuković I., Vasilev D., Saičić S., Ivanković, S. (2012). Ispitivanje važnijih promena u toku zrenja tradicionalne fermentisane kobasice lemeški kulen. Tehnologija mesa, 53 (2), 140–147.

[5] Savić, I.V. (1985). Small-scale sausage production, http://www.fao.org/docrep/ 003/

[6] x6556e/X6556E00.htm.

[7] Ansorena, D., Astiasarán, I. (2004). Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidantas. Meat Science, 67, 237-244.

[8] Šojić, B. (2013). Ispitivanje lipolitičkih i oksidativnih promena u tradicionalnoj fermentisanoj kobasici (*Petrovačka kobasica*) tokom standardizacije bezbednosti i kvaliteta. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

[9] Toldrá, F. (2002). Dry-cured meat products. Trumbull, Connecticut: Food & Nutrition press, inc., Connecticut, USA.

[10]Petrović, Lj., Džinić, N., Ikonić, P., Tasić, T., Tomović, V. (2011a). Quality and safety standardization of traditional fermented sausages. Tehnologija mesa, 2, 234-244.

[11]Petrović, Lj., Džinić, N., Tomović, V., Lazić, V., Jokanović, M., Tasić, T., Ikonić, P.,

[12]Šojić, B., Savatić, S., Krkić, N. (2011b). Nova tehnologija pakovanja Petrovačke kobasice, Tehničko rešenje.

[13]Jeremiah, L.E. (2001). Packaging alternatives to deliver fresh meats using short- or longterm distribution. Food Research International, 34, 749–772.

[14]Møller, J. K. S., Skibsted, L. H. (2007). Color. In: Handbook of fermented meat and poultry, edited by F. Toldrá, Y.H. Hui, I. Astiasarán, W.K. Nip, J.G. Sebranek, E.T.F. Silveira, L.H. Stahnke, R. Talon (pp. 203-216). Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing.

[15]Fernández-Fernández, E., Vázquez-Odériz, M. L., Romero-Rodríguez, M. A. (2002). Sensory characteristics of Galician chorizo sausage packed under vacuum and under modified atmospheres. Meat Science, 62, 69–71.

[16]Rubio, B., Martínez, B., Sánchez, M. J., García-Cachán, M. D., Rovira, J., Jaime, I. (2007). Study of the shelf life of a dry fermented sausage ‘‘salchichón” made from raw material enriched in monounsaturated and polyunsaturated fatty acids and stored under modified atmospheres. Meat Science, 76, 128–137.

[17]Rubio B., Martínez B., García-Cachán M.D., Rovina J., Jaime I. (2008). Effect of the packaging method and the storage time on lipid oxidation and colour stability on dry

[18]Muller, S. A. (1990). Packaging and meat quality. Food Science Technology Journal, 23, AT22–AT25.

[19]Vereš, M.: Principi konzervisanja namirnica, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2004.

[20]Mirjana Virijević (2017) Upoređivanje parametara kvaliteta ekstrakata ljute paprika (*Capsicum annuum* L)., diplomski rad, VPPŠSS Prokuplje

[21]Klich AM (2002): Identification of common *Aspergillus* species. Utrecht, Netherlands: CBS, *Fungal Biodiversity Centre*

[22]Samson RA, Hoekstra ES, Frisvad JC (2004): *Introduction to Foodand Airborne Fungi*. 7th edition. Centraalbureau voor Schimmelcultures. Utrecht, Netherlands. 389 pp.

[23]Samson RA, Frisvad JC (2004): *Penicillium* subgenus *Penicillium:* new taxonomic schemes, mycotoxins and other extrolites. *Studies in mycology*. 49: 1–174

[24]Pitt IJ, Hocking DA (2009): *Fungi and Food Spoilage*. 3rd ed. Springer Science, Busines Media, LLC., Dordrecht-Heidelberg-London-New York

[25]SRPSENISO68871:2008, www.iss.rs/en/standard/natstandard_document_id=17447

[26]Özpolat E., Patir, B., Guran H.S., Gul. M,R. (2014). Effect of vacuum packaging method on the shelf-life of Capoeta ambla sausage. Iran J. Fish Sci.; 13, 178-84.

[27]Sachindra, N.M., Sakhare, K.P., Yashoda, D. and Narasimha, R., 2005. Microbial profile of buffalo sausage during processing and storage. Food Control, 16, 31-35.

[28]Zakon o zdravstvenoj ispravnosti životnih namirnica i predmeta opšte upotrebe (Sl. list SFRJ br. 53/91, 24/94, 28/96).

[29]Diez, A. M., Santos, E. M., Jaime, I., & Rovira, J. (2009). Effectiveness of combined preservation methods to extend the shelf life of Morcilla de Burgos. Meat Science, 81(1), 171-177.

[30]Santos, E. M., Diez, A. M., González-Fernández, C., Jaime, I., & Rovira, J. (2005). Microbiological and sensory changes in “Morcilla de Murgos” preserved in air, vacuum and modified atmosphere packaging. Meat Science, 71, 249–255

Presenting author:
Tanja Žugić Petrović, MSc
Department of Food Science and Technology
College of Agriculture and Food Technology
Ćirila and Metodija 1,
18400 Prokuplje, Serbia

UNAPREĐENJE UPRAVLJANJA AMBALAŽNIM OTPADOM

ADVANCEMENT OF PACKAGING WASTE MANAGEMENT

Vladimir Pavićević, Darko Radosavljević, Novak Kukrić
Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 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. 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, ponovne upotrebe 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 minimaze 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. 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.

***Keywords**: packaging waste, primary separation, reuse, recycling*

1. UVOD

Nacionalna strategija održivog razvoja definiše održiv razvoj kao, 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 društvenoekonomske 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 EU
- donošenje regionalnih i lokalnih planova upravljanja otpadom
- uspostavljanje organizovanog sistema reciklaže i podsticanje iskorišćenja otpada
- izgradnja infrastrukture za upravljenje 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. sekudarne 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].

2. AMBALAŽA I AMBALAŽNI OTPAD

Upravljanje ambalažom i ambalažnim otpadom je definisano Zakonom o ambalaži i ambalažnom otpadu (dalje Zakon) [4]. 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 [5]. 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 [6]. 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 [7].

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.

Tabela 1 Pregled preduzeća koja izvršavaju zakonsku obavezu za peiod 2010−2016. godina

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Број предузећа укључених у системе	492	1069	1306	1 462	1616	1722	1771
Број предузећа која сама управљају својим отпадом	1	1	/	/	/	/	/
Број предузећа ван система	263	324	232	262	268	244	277
УКУПНО	**756**	**1394**	**1538**	**1724**	**1884**	**1966**	**2048**

3. NACIONALNI CILJEVI UPRAVLJANJA AMBALAŽNIM OTPADOM

Tabela 2 Nacionalni ciljevi upravljanja ambalažom i ambalažnim otpadom za period 2010−2014.

		2010	2011	2012	2013	2014
ОПШТИ ЦИЉЕВИ						
Поновно искоришћење	%	5,0	10,0	16,0	23,0	30,0
Рециклажа	%	4,0	8,0	13,0	19,0	25,0
СПЕЦИФИЧНИ ЦИЉЕВИ						
Папир и картон	%	0,0	0,0	14,0	23,0	28,0
Пластика	%	0,0	0,0	7,5	9,0	10,5
Стакло	%	0,0	0,0	7,0	10,0	15,0
Метал	%	0,0	0,0	9,5	13,5	18,5
Дрво	%	0,0	0,0	2,0	4,5	7,0

Tabela 3 Nacionalni ciljevi upravljanja ambalažom i ambalažnim otpadom za period 2015−2019.

		2015	2016	2017	2018	2019
ОПШТИ ЦИЉЕВИ						
Поновно искоришћење	%	38	44	50	55	60
Рециклажа	%	31	36	42	48	55
СПЕЦИФИЧНИ ЦИЉЕВИ						
Папир и картон	%	38	42	47	53	60
Пластика	%	14	17	19	21	22,5
Стакло	%	19	25	31	37	43
Метал	%	23	29	34	39	44
Дрво	%	11	12	13	14	15

U tabeli 2 prikazani su utvrđeni nacionalni ciljevi ponovnog korišćenja i reciklaže ambalažnog otpada, kao opšti i specifični ciljevi usvojeni za period 2010−2014. [7], dok je u tabeli 3 to isto za period 2015−2019. [8]. Tabela 4 prikazuje ostvarenje opštih nacionalnih ciljeva za ponovno iskorišćenje ambalažnog otpada po operaterima za period 2010−2016. [9]. U tabelama 5 i 6 predstavljeno je ostvarenje nacionalnih specifičnih ciljeva upravljanja ambalažnim otpadom (za posebne reciklabilne materijale) po operaterima pojedinačno za 2015. [8] i 2016. [9].

Tabela 4 Ostvarenje opštih ciljeva za ponovno iskorišćenje ambalažnog otpada za 2010−2016.

ОПЕРАТЕР	*ОПШТИ ЦИЉЕВИ*						
	2010	*2011*	*2012*	*2013*	*2014*	*2015*	*2016*
	5%	*10%*	*16%*	*23%*	*30%*	*38%*	*44%*
СЕКОПАК	5,2	13,9	17,4	23,3	31,6	39,7	44,6
ЕКОСТАР ПАК	5,3	15	21	31,9	31,3	38,5	44,2
ДЕЛТА ПАК	5	24,7	29,9	29,0	32,3	40,8	48
ЦЕНЕКС	/	/	/	27,4	30,3	48,6	52,6
ТЕХНО ЕКО ПАК	/	/	29,6	23,2	31,7	39,4	46,8
ЕКОПАК СИСТЕМ	/	/	/	/	39,7	46,4	48,1
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ	***5,2***	***14,9***	***19,9***	***27,7***	***31,6***	***42,3***	***47,4***

Tabela 5 Ostvarenje specifičnih ciljeva upravljanja ambal. otpadom po operaterima u 2015.

ОПЕРАТЕР	*СПЕЦИФИЧНИ ЦИЉЕВИ*				
	Папир/ картон	*Пластика*	*Стакло*	*Метал*	*Дрво*
	38%	*14%*	*19%*	*23%*	*11%*
СЕКОПАК	75,3	14,1	21,7	23,9	19,4
ЕКОСТАР ПАК	72,1	18,0	19,7	58,3	21,8
ДЕЛТА-ПАК	66,4	18,9	23,1	34,4	40,8
ЦЕНЕКС	91,1	28,2	38,5	23,1	11,1
ТЕХНО ЕКО ПАК	59,1	20,8	29,9	23,8	31,9
ЕКОПАК СИСТЕМ	100,0	15,7	23,2	24,9	12,0
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ	***77,3***	***19,3***	***26,0***	***31,4***	***22,8***

Tabela 6 Ostvarenje specifičnih ciljeva upravljanja ambal. otpadom po operaterima u 2016.

ОПЕРАТЕР	СПЕЦИФИЧНИ ЦИЉЕВИ				
	Папир/картон	Пластика	Стакло	Метал	Дрво
	42%	17%	25%	29%	12%
СЕКОПАК	76,2	17,9	27,0	43,5	17,6
ЕКОСТАР ПАК	96,3	20,9	25,3	39,8	15,6
ДЕЛТА-ПАК	74,7	23,6	27,5	33,1	46,1
ЦЕНЕКС	99,6	44,6	27,4	31,9	18,0
ТЕХНО ЕКО ПАК	69,4	27,1	31,2	37,2	37,2
ЕКОПАК СИСТЕМ	97,4	17,3	25,0	32,3	12,1
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ	85,6	25,2	27,2	36,3	24,4

4. 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. Neophodno je da novi „zeleni“ fonda (nakon ukidanja Fonda za zaštitu životne sredine u 2012. godini) bude finansijski što nezavisniji od Ministarsva 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 (sunđeri) ili plastifikatori, za šta već odavno posedujemo potvrđena tehnološka znanja koja dugo čekaju praktičnu primenu [10].

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 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
- bolji inspekcijski nadzor nad primenom Zakona o ambalaži i ambalažnom otpadu [11].

Zahvalnost

Rad je deo aktivnosti na projektu TR 33007 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

[1] Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije, Službeni glasnik RS br. 57/08, Beograd

[2] Strategija upravljanja otpadom za period 2010–2019. godine, Službeni glasnik RS br. 29/10, Beograd

[3] Nacionalni program zaštite životne sredine Republike Srbije, Službeni glasnik RS br. 12/10, Beograd

[4] Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu, Službeni. glasnik RS br. 36/09, Beograd

[5] Pravilnik o obrascima izveštaja o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom, Službeni glasnik RS br. 21/10, Beograd

[6] Pravilnik o izmenama Pravilnika o obrascima izveštaja o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom, Službeni glasnik RS br. 10/13, Beograd

[7] Izveštaj o ambalaži i ambalažnom otpadu u 2013. godini, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 2014.

[8] Izveštaj o ambalaži i ambalažnom otpadu u 2015. godini, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 2016.

[9] Izveštaj o ambalaži i ambalažnom otpadu u 2016. godini, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 2017.

[10] R. Šerović, V. Pavićević, *Unapređenje reciklažne industrije u Srbiji*, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Budva, 2015., 177−183.

[11] V. Pavićević, D. Radosavljević, M. Stamenović, B. Đurović, *Upravljanje ambalažnim otpadom kao uslov održivog razvoja,* XX Međunarodni simpozijum iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Zlatibor, 2015., 124−129.

Presenting author:
Vladimir Pavićević
Faculty of Technology and Metallurgy, Unversity of Belgrade
11120 Beograd, Karnegijeva 4
E-mail: vpavicevic@tmf.bg.ac.rs

PRESSURES FORMATION IN THE OPENING AND CLOSING NIPS OF CYLINDER DRYERS

USPOSTAVLJANJE PRITISKA U POČETNOM I ZAVRŠNOM DELU ZONE KONTAKTA SUŠNIH CILINDARA

Juha Leimu
University of Applied Sciences, Turku, Finland

Abstract

The lines, where the drying fabric and the web leave from the cylinder contact or enter to it are called opening or closing nips. Most of the cylinder dryer runnability problems are linked with the air movements in the nips. The challenge of controlling the nip pressures has got new weight with the rising running speeds of the board machines using sticky and weak masses.

In this paper the mechanism of the nip peak pressure formation is studied. An explanation for the pressure phenomena is shown and the order of pressure magnitude is briefly studied with three methods.

Keywords: *Nip, pressure formation, opening nip, closing nip, paper drying*

Izvod

Linija po kojoj se traka koja se suši i noseća traka dodiruju sa zonom kontakta prilikom ulaska u nju ili izlaksa iz nje, nazivau se početak zone kontakta i završetak zone kontakta. Većina problema vezanih za pogodnost sušnih cilindara za obavlajnje njihove funkcije povezana je sa kretanjem vaduha u zoni kontakta. Izazov kontrolisanja pritiska u zoni kontakta dobija na značaju sa povećanjem brzine rada karton mašina koje rade sa lepljivim i slabijim masama.

U ovom radu pročenje mehanizam formiranja vršnog pritiska u zoni kontakta. Dato je objašnjenje pojave pritiska i ukratko je proučen red veličine pritiska primenom tri metode.

Ključne reči: *Zona kontakta, formiranje pritiska, početak zone kontakta, završetak zone kontakta*

A CYLINDER DRYER POCKET

In a single felted cylinder dryer, the space between two drying cylinders and above the suction roll is called a dryer pocket. It is opens upwards and is otherwise surrounded by the dryer fabric and the web. The web is supposed to follow the fabric in tight contact outside the pocket.

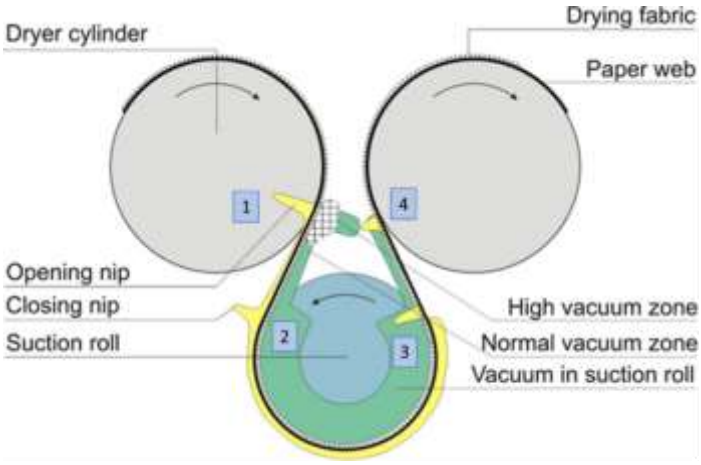


Figure 1. Cylinder dryer pocket pressure distribution and the four nips.

In a typical pocket there are four nips. Figure 1 shows the pressure distribution along the web as Metso Corporation shows it in their technical material. The four numbered points are the nips and they are studied closer. In the opening nips the surfaces are moving out from the nip with the machine running speed. The

velocity boundary layers begin to form soon after leaving the contact line. In the closing nip both the fabric surface and the suction roll surface are moving towards the closing nip with the running speed. Both surfaces have velocity boundary layers of their own. The air velocity in the surfaces equals the running speed and decreases as a function of distance to the surface forming a velocity distribution.

It's commonly known that the opening nips induce underpressure and closing nips overpressure. What happens deep in the nip gets a simplified explanation with a study in a cylinder coordinate system (see figure 2.). A narrow strip of the web is studied. It is divided to elements with a plane going through the cylinder axis turning in in steps of angle alfa around the cylinder axis (see figure 2.). When the web is pressed between the fabric and the cylinder surface the volume of the element is zero. When the turning plane is passing by the nip line the volume of the element starts to increase rapidly. The elements stay all the way out from the nip filled with air. The increase in the element volume causes underpressure or suction. Of course the net flow through the plane is zero. The underpressure creates a flow in the middle between the surfaces while the surface boundary layers are transporting air out from the nip.

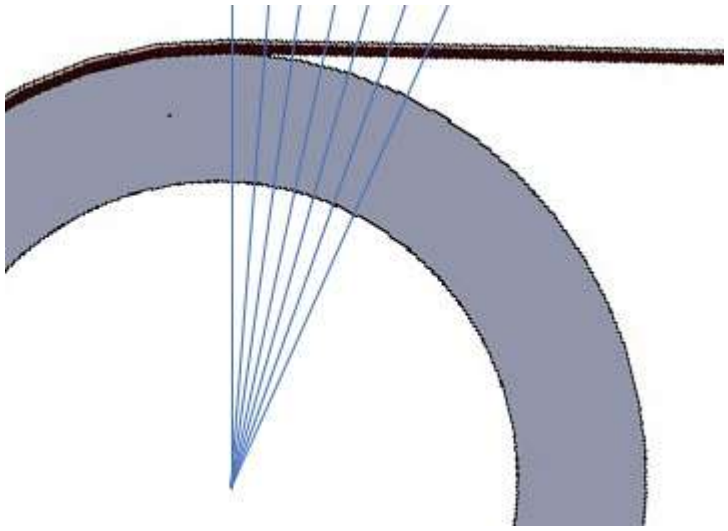


Figure 2. Element volumes in cylinder coordinate system

To the first opening nip (1) the web enters in tight contact between the fabric and the cylinder surface. The web is supposed to leave the cylinder and follow the fabric downwards. What really happens in the opening nip depend on the equilibrium of the forces caused by the web tension, adhesion and the opening nip underpressure. Usually the web at first follows the cylinder surface from the nip returning soon to contact with the fabric. Delayed return to the fabric contact is the most common cause of web breaks in the dryer section. Weak moist unsupported web begins to flutter causing a web break. In fast machines runnability systems are used to compensate the opening nip forces ensuring the web safe return to the fabric contact.

If the web has got through the first opening nip, it continues its way along the fabric to the closing nip (2.). Here the order of the web and the fabric have changed compared to the drying cylinder. The fabric is against the suction roll and the web follows the outer surface of the fabric. The two converging velocity boundary layers cause a stagnation pressure to the closing nip.

After getting around the suction roll the web enters to the suction roll opening nip (3.). There the fabric still is between the web and the roll surface. This time the opening nip underpressure is drawing the web tightly against the fabric improving the web run. Usually the web continues its way further on without any problems towards the cylinder closing nip (4.). The web is again running between the fabric and the cylinder when entering the nip. Now the closing nip overpressure is pushing the web tightly against the fabric before it gets pressed against the cylinder surface. After the closing nip the web continues its way along the hot drying cylinder surface to the next pocket first opening nip.

As mentioned the first opening nip is the worst trouble maker of all nips getting usually main concern in runnability issues. The situation is complicated because adhesion and opening nip underpressure are causing the forces often leading to web breaks. These forces are compensated with web tension and runnability system underpressure. Right equilibrium of these forces produces a runnable system. That is why the first opening nip gets most attention in this paper.

The second nip is a potential source of problems too. The fabric is highly permeable whereas the web permeability is low. The stagnation pressure of the velocity boundary layers penetrates easily through the fabric but not through the web. On the pocket side of the web there is the stagnation pressure while outside the web affects the atmospheric pressure. The visible consequence of the local pressure difference can often be seen as a cross machine bubble in the web at the place, where the closing nip situates on the opposite side of the web and the fabric. If nothing is done, the web may float outside the suction roll all the way around the suction roll causing a risk for a web break. The bubble formation can be reduced by decreasing the pocket pressure. The web run along the roll is controlled with suction through perforation or grooves or combination of those. The problems caused by the closing nip are usually well under control.

OPENING NIP UNDERPRESSURE

The forces governing the web movements in the nip area are well known and have been discussed by Kurki et al. (Karlsson 2001). In the opening nip, the web-free draw is typically very short (see figure 3.). This makes a difference to the studies by, for example, Kurki (2005), Ahrens et.al. (2004) and Soininen (1984), who all concentrate on the web behaviour in long free draws. The length of an opening nip free draw is typically from some millimetres to some centimetres, which is why the main concern is put on the four dominating factors: adhesion, pressure difference over the web, web tension and the centrifugal forces. The length and position of this free draw is strongly connected to the drying section runnability.

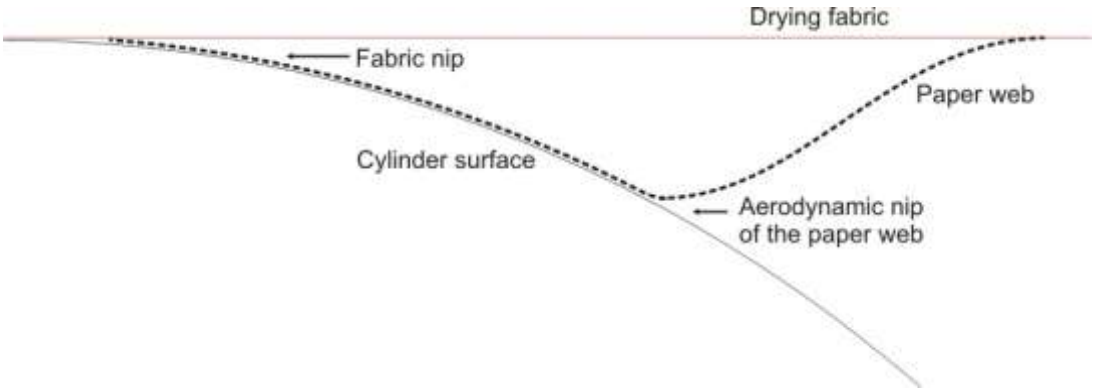


Figure 3. The difference between the fabric nip and the web aerodynamic nip.

There is an underpressure zone in the opening nip between the paper web and the cylinder surface caused by the cylinder surface's and web's diverging velocity boundary layers. This underpressure has often been referred to in the literature but quantitative values are seldom shown. Juppi et al. have discussed all the opening nip forces (Karlsson, 2001), including the opening nip underpressure, but without numeric information. Juppi (2001) shows a small graph of the measured pressure distribution on the cylinder surface. In numerous more or less marketing-orientated articles the opening nip underpressure is often mentioned without giving exact numeric values for the level of the underpressure. To get a better picture of realistic pressure levels, the values can be compared with measured values shown in figure 7.

Analytic approximation

An exact solution for Navier – Stokes equations in the case of Couette flow (equation 1) can be used as a starting point (Slichting, Gersten, 2003). Here, p is the local pressure, U_x is the fabric speed, x is the fabric direction dimension, z is the perpendicular to the fabric and μ_a is the dynamic viscosity of air:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \mu_a \frac{\partial^2 U_x}{\partial z^2} \qquad \text{Eq.(1)}$$

The primary assumptions are that the flow is laminar at the bottom of the opening nip, the surfaces are smooth and there is no leakage to the nip bottom. The flow is close to x-directional (see Figure 2) because of the large cylinder radius (Kurki, 2005). Viscous effects will start to develop immediately; therefore, velocity changes are much higher in the vertical direction. The distance between the cylinder surface and the fabric can be written as a Taylor series:

$$h(x) = R(1-\cos\alpha) \approx R\left(1-1+\frac{\alpha^2}{2}-...\right)$$ Eq.(2)

where R is the cylinder radius and α is the wrap angle from the fabric tangent point on the cylinder surface. The first term in the series was used for approximating the distance between the fabric and the cylinder surface. The wrap angle α has been assumed to be small and replaced with x/R:

$$h(x) = \frac{x^2}{2R}$$ Eq.(3)

Kurki has applied a parabolic velocity distribution here. After substitution and integration, Kurki proposes equation 5 for the x-direction pressure distribution:

$$\frac{8a\mu_a wR^2}{3x^3}$$ Eq.(4)

Here, w is the fabric speed and the x coordinate receives the value 0 in the nip bottom. There is a numeric parameter, a, and Kurki suggests an empiric value of 6 for it. Integration over the velocity distribution shows that 6 is the value that satisfies the mass balance for the flow area.

The equation has a point of singularity when x is given the value 0 and it gives very high values of underpressure close to the nip. The computed values of underpressure are shown in Figure 4 with a cylinder radius of 0.915 m and a running speed of 2000 m/min. As the graph shows, equation 4 gives the underpressure value100 000 Pa at 5 mm distance from the opening nip. Underpressure of one bar means total vacuum and closer to the nip the underpressure would be even higher. This is, of course, impossible.

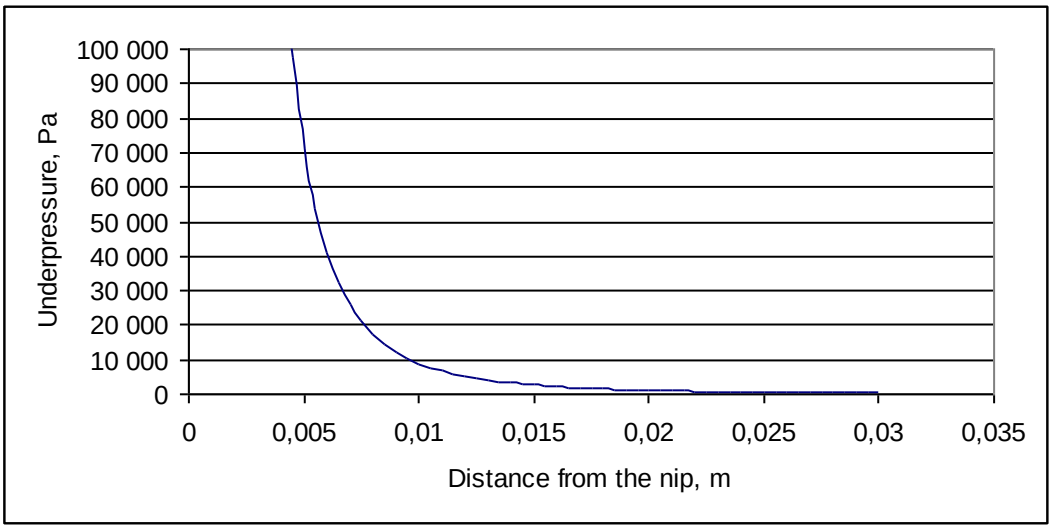


Figure 4. Opening nip area underpressure as a function of the distance from the nip.

This corresponds to a situation with a totally impermeable fabric with very high tension so that the aerodynamic form stays constant. Also, the basic assumption of the Couette flow is parallel surfaces, even if the opening geometry has been applied.

Estimating the underpressure with CFD

The underpressure was also studied with a brief CFD analysis using Fluent software (Tanttari, 2005). The same case with the same assumptions as was used with the analytic approximation was computed. Underpressure in the nip was solved as incompressible with no leak to the nip bottom. The second case was computed assuming a small leakage to the nip bottom, which is possible in the web structure between the web and cylinder surface and through the web. In the case of newspaper grade, the volume flow used in the computing would correspond to a situation where the web transfers 30 % of its volume air or steam to the nip. This volume flow gives atmospheric pressure in the nip bottom. The case with the leak was computed as both compressible and incompressible, and the results are plotted in Figure 5. The cell size in the nip bottom

goes down to 0.01 mm and the dependence on the grid was studied by doubling the net density. The Fluent adaptation process did this by dividing each cell into four. No change in the results was found.

The results in the case with no leak give a pressure curve with a form close to the results solved with the analytic approximation. The results still show high values of underpressure, even if not as high as the analytic approximation. Between the incompressible and compressible cases there is only a slight difference. An interesting issue is that the peak underpressure seems to be sensitive to a leak flow to the nip bottom and measurements with fully impermeable fabric would possibly give misleading results.

In both theoretical approaches the geometry was assumed to stay unchanged, but in the drying cylinder opening nip the web can move between the fabric and cylinder surface, changing the aerodynamic nip form. Because the level of opening nip underpressure strongly depends on the boundary condition assumptions, experimental results are needed.

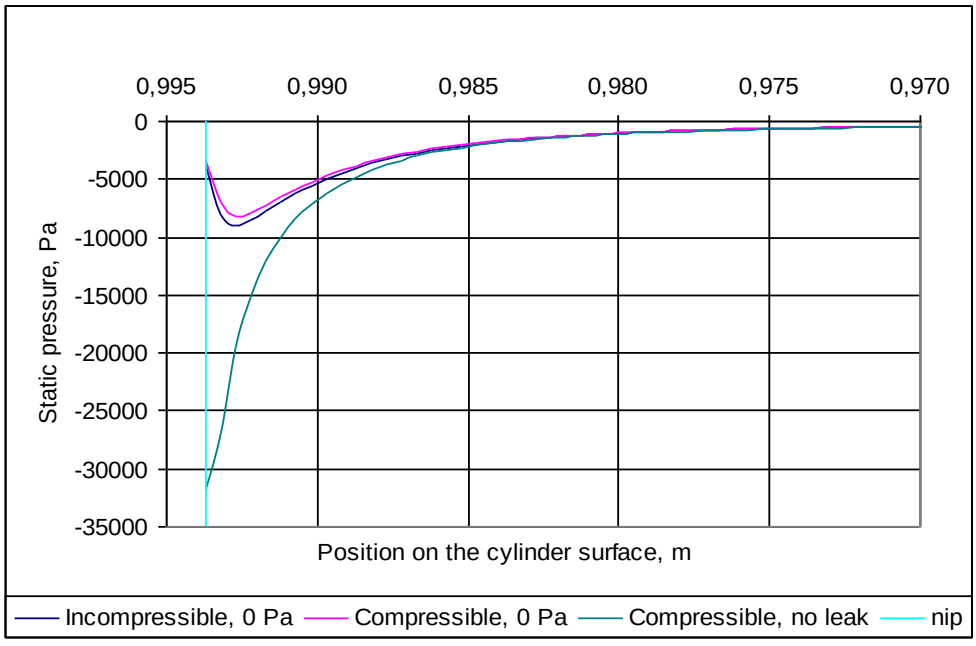


Figure 5. Computed values of static pressure as a function of position.

Pressure experiments

Published experimental results on the opening nip pressure distribution are very few, and the graph shown by Juppi (2001) has already been mentioned earlier. He measured the pressure against a rotating drying cylinder surface with a highly impermeable fabric as a function of the cylinder rotation angle. The same kind of measuring arrangement was used here, but with a combination of normal drying fabric and dry paper web.

The theoretical approximation and CFD analysis are based on an unchanged nip geometry, but the high opening nip underpressure together with adhesion draws the web towards the cylinder, causing a deformation in the aerodynamic nip form (see Figure 3). As the web separation line moves away from the fabric tangent line it increases the nip opening angle and moves the peak underpressure position. The underpressure formation begins at the web detachment point on the cylinder surface and the real opening nip geometry is quite different compared to the form limited by the cylinder surface and its tangent plane.

Underpressure against the cylinder surface was measured with a fast pressure sensor that was placed in a hole drilled in the cylinder shroud. The underpressure against the rotation angle on the cylinder surface was logged into a computer.

When looking at all the measured pressure curves there is a common feature in all of them. The measured pressure begins to decrease immediately after passing the runnability system seal at x^*-position -150. In other words, it is possible that the runnability system underpressure could be affected

If the runnability system underpressure can be affected through the web, it means that there is a base underpressure level waiting in the nip bottom and the velocity boundary layers are building the aerodynamic nip pressure on this base pressure. A pressure effect through the web means an air leak through the web, and this will be stud If the position of the peak underpressure is assumed to always be situated in the web

detachment point on the cylinder surface, it is possible to concentrate on the magnitude and distribution of the underpressure. The theoretical approximation of equation 4 is taken as a starting point. There, fabric speed is the numerator and x is the denominator as the distance from the web nip where the peak underpressure is situated. The constant parameter a and the exponent of x are both results of the integration of the assumed geometry. Now it seems obvious that the real geometry clearly deviates from the assumed one. In the theoretical solution the nip bottom is closed but now there is a base pressure p_b coming through the web and it has a clear connection to the level of the opening nip peak underpressure. That is why an extra term including the base pressure is added to the numerator of equation 9. Parameters a_1, a_2 and the exponent of x, a_3 are numerically fitted to the experimental results. The term s in the denominator is a transition in the coordinate scale that is used to avoid problems of singularity:

$$p(x) = \frac{a_1 p_b + a_2 w}{(x+s)^{a_3}} \qquad \text{Eq.(5)}$$

During the experiments presented previously the data logging system collected measured information on approximately 30,000 points, which were used for numerically fitting the parameters of equation 10:

$$p(x) = \frac{(-0.006\,p_b - 0.23w)}{(x+0.003)^{0.809}} \qquad \text{Eq.(6)}$$

This equation gives an estimate for the opening nip peak pressure with an R-squared value of 0.881. This coefficient of determination is so high that it can be used for modelling the web opening nip behaviour.

The measured and computed opening nip underpressures are compared in Figure 7 with a running speed of 1500 m/min and in Figure 12 with 2000 m/min.

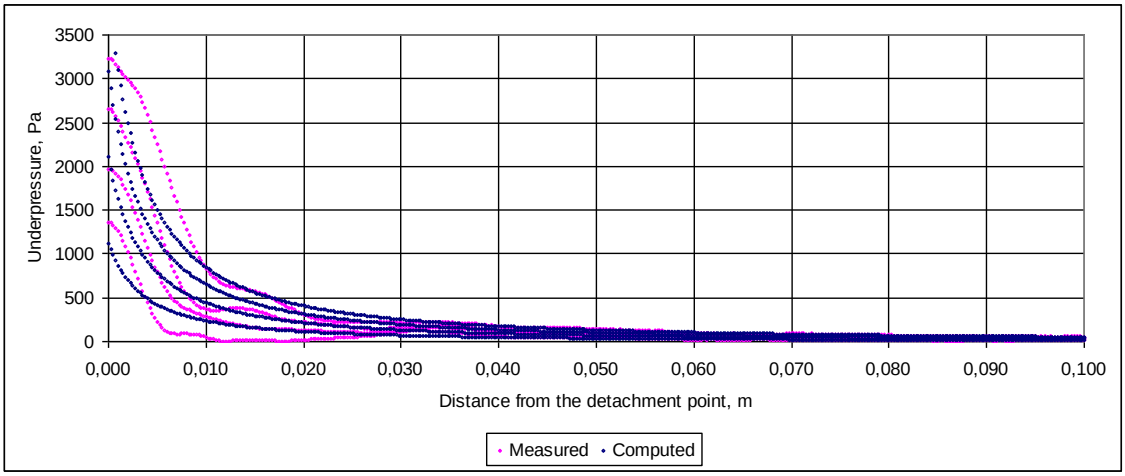


Figure 6. Opening nip measured underpressure and computed estimate as a function of the distance to the web detachment point with a running speed of 1500 m/min and a runnability system underpressure of 0, 1, 2 and 3 kPa.

The underpressure peak magnitude depends on the running speed and the web detachment position on the cylinder surface. Web detachment deep in the nip close to the fabric tangent point causes almost parallel velocity boundary layers in contact with each other's in the narrow nip. This leads to high underpressure values. Increasing the distance to the fabric tangent point causes an increased opening angle of the real web nip, leading to faster diverging velocity boundary layers and further lower peak underpressure values. In a paper machine this means that moving the web detachment point deeper into the fabric nip needs more runnability system underpressure. Equation 6 gives a good estimate of the opening nip underpressure, which can be applied for computing of the web opening nip behaviour.

SUMMARY

The web movement around the pocket causes pressure differences in all four nips. Same phenomena of fluid dynamics are found in both opening and closing nips. Best known is the first opening nip behaviour because of the common troubles in runnability and that is why a lot of technical equipment have been developed to improve the opening nip runnability. The opening nip pressure and pressure distribution were studied with three different methods. At first with analytic solution of Couette-flow, then CFD-modelling and finally a regression model based on experiments. The target was to find an estimate for the pressure peak level and distribution in the nip area. The result should be of reasonable accuracy to be used in system dimensioning. The computed values were compared to the measures ones.

The analytic solution gives a pressure distribution where the form of the distribution reminds the form of the real pressure distribution, but the distribution length and the pressure level are far from the real values. The uncontrolled movement of the web is changing the real nip geometry so that the original assumption of Couette-flow is not valid anymore. The CFD-modelling shows that the air compressibility doesn't have any effect, but the leakage through the web is important. The distortion of the original geometry is causing similar problems as in the previous case. The values are clearly closer to the real ones, but either of these results are applicable. The experimental regression model gives good results, but is very sensitive for all changes. Running speed is included in the model, but changes in the web weight, dry solid content or cylinder diameter all cause remarkable deviations to the computed values. Because of the sensitiveness for all changes in the geometry only the regression model can be used with care as a part of system or equipment dimensioning. For improved accuracy and wider applicability a large testing program and modelling would be needed

References

Ahrens F., Patterson T., Bloom F., 2004, Mathematical modelling of web separation and dynamics on a web adhesion and drying simulator, International journal of applied mechanics and engineering, Vol. 9, No. 2, 2004, pp. 227-271

Juppi K., 2001, Experimental and theoretical study of a new dryer construction on paper machine runnability. Doctoral thesis. Helsinki University of Technology.

Karlsson M. (edit.), 2001, Papermaking science and technology 9, Papermaking, Part 2, Drying.

Kurki M., 1999, The significance of air in web handling, Valmet Paper news, Vol. 15, no 1, 1999, pp 23-25.

Kurki M., Saarikivi P., Kekko P., 2001, Web handling techniques and paper property development in single tier dryer section, PIRA paper machine runnability conference, Gothenburg, Sweden.

Kurki M., 2005, Modelling of kinematical and rheological web line behaviour in a papermaking environment, Licentiate thesis, Lappeenranta university of technology, 2005

Laakkonen K., 2002, Boundary layer modeling of drying fabrics, Doctoral Thesis, Helsinki University of Technology.

Schlichting H., 1968, Boundary layer theory, McGraw-Hill 6 th ed.Tanttari J., 2005, CFD analysis report, Metso Paper, confidential

Soininen M., 1984, The free draw of a homogenous sheet between two rotating cylinders, Proceedings of the fourth international drying symposium, Kyoto international conference hall, Kyoto, Japan, July 9.-12. 1984

Presenting author:
Juha Leimu
University of applied sciences, Turku, Finland
Sepänkatu 1, 20700 Turku,
juha.leimu@turkuamk.fi, jt.leimu@gmail.com

MOGUĆNOSTI ZA POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI U PARNO-KONDENZACIONOM SISTEMU PAPIR MAŠINE

POSSIBILITIES FOR INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF PAPER MACHINE STEAM AND CONDENSATE SYSTEMS

Nikola Tanasić[1], Mirjana Stamenić[1], Tomislav Simonović[1], Goran Jankes[2]
[1]Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, Srbija
[2]Inovacioni centar Mašinskog fakulteta u Beogradu, Beograd, Srbija

Izvod

U procesu proizvodnje papira vodena para je bila i ostala najvažniji izvor energije za sušenje papira i zagrevanje različitih tokova vode. Uređaji koji koriste paru na papir mašini se verovatno neće značajnije menjati u narednim godinama, međutim postoji niz inovativnih rešenja za poboljšanje rada sistemima za distribuciju pare i povrat kondenzata koji mogu unaprediti energetsku efikasnost proizvodnog procesa. Poboljšanje energetske efikasnosti papir mašine i pratećih tehničkih sistema je u fokusu u poslednjim godinama zbog visoke cene energenata i potrebe za smanjenjem proizvodnih troškova.

Cilj ovog rada je analiza i procena mogućnosti za poboljšanje energetske efikasnosti parno-kondenzacionog sistema papir mašine. U radu je takođe dat pregled mera i preporuke za primenu najboljih dostupnih tehnika kod sistema za razvod pare i povrat kondenata u industriji.

Ključne reči: *papir mašina, parno-kondenzacioni sistem, energetska efikasnost*

Abstract

In papermaking process steam has been and will continue to be the main energy source for drying of the paper web and heating various water flows. The steam consumers at paper machine are likely to remain the same for years to come, but there are a number of innovative solutions for improvement of the operation of steam and condensate distribution systems that can increase energy efficiency of the production process. The high cost of energy and the need to reduce production costs have given focus to improving energy efficiency of the paper machine and auxiliary technical systems in recent years.

The objective of the present paper is the analysis and assessment of potential ways for enhancing the energy efficiency of paper machine steam and condensate systems. An overview of measures and recommendations for the implementation of the best available techniques (BAT) in the industrial steam and condensate systems are also presented and discussed in the paper.

Keywords: *paper machine, steam and condensate system, energy efficiency*

1. UVOD

Vodena para ima široku upotrebu u industriji, gde se kao suvozasićena ili pregrejana koristi u različitim tehnološkim procesima. Parni sistemi se sastoje od podsistema za proizvodnju i distribuciju pare, zatim potrošača pare i podsistema za povrat kondenzata. U svakom od ovih podsistema nastaju gubici energije koji mogu uticati na smanjenje energetske efikasnosti celokupnog proizvodnog procesa.

U procesu proizvodnje papira vodena para je bila i ostala najvažniji izvor energije za sušenje papira i zagrevanje različitih tokova vode. U radu autora de Beer [1] dat je pregled tehnologija koje dugoročno mogu poboljšati energetsku efikasnost proizvodnje papira. Pregled je baziran na novim tehnologijama koje se mogu koristiti za sušenje papira uz manji utrošak energije u odnosu na konvencionalno sušenje papira na rotirajućim sušnim cilindrima. Veći deo razmatranih tehnologija kao što „condensing belt“ sušenje „air impingement“ sušenje, impulsno sušenje, suvi postupak formiranja papirne trake ili sušenje bez prisustva vazduha je još u fazi razvoja ili u ranoj fazi komercijalizacije. Dodatan problem predstavlja činjenica da se primenom ovih tehnologija snižava specifična potrošnja toplotne energije ali se sa druge strane povećava specifična potrošnja električne energije. Shodno tome može se zaključiti da će i u buduće konvencionalno sušenje papira na sušnim cilindrima uz upotrebu vodene pare kao radnog medijuma biti najzastupljenija tehnologija u proizvodnji papira naročito kod papir mašina većih proizvodnih kapaciteta.

Cilj ovog rada je analiza i procena mogućnosti za poboljšanje energetske efikasnosti parno-kondenzacionih sistema na papir mašinama. U radu je takođe dat pregled mera i preporuke za primenu najboljih dostupnih tehnika (BAT) kod sistema za razvod pare i povrat kondenata u industriji.

2. POTROŠNJA PARE NA PAPIR MAŠINI

U zavisnosti od tipa i gramature papira specifična potrošnja energije na papir mašinama konvencionalnog tipa se kreće u opsegu od 5 do 7 GJ/t za toplotnu i 600 do 1.000 kWh/t za električnu energiju. Vodena para učestvuje sa približno 70% u ukupnoj potrošnji energije. Kod proizvodnje papira odnos utrošene toplotne i električne energije iznosi 70:30 [2]. Prema drugom izvoru potrošnja toplotne energije na karton mašini iznosi okvirno 5,8 GJ/t a potrošnja električne energije 554 kWh/t [3]. Referentne vrednosti za specifičnu potrošnju toplotne energije kod proizvodnje ambalažnog papira od recikliranih sekundarnih vlakana iznose od 4 do 6,5 GJ/t, pri čemu se najniža vrednost odnosi na mašine sa primenjenom BAT tehnologijom [4]. Za potrebe sušenja papira u sušnoj sekciji se utroši i do 80% od ukupne toplotne energije što ovu sekciju čini najvećim potrošačem energije na papir mašini [2]. Kod višecilindričnih sušnih sekcija odnos prenosa toplote je 80:20 u korist kondukcije u odnosu na konvekciju dok kod glet cilindra ovaj odnos iznosi 50:50 ili 25:75 što zavisi od toga da li su haube glet cilindra grejane vodenom parom ili dimnim gasovima [5].

Energija potrebna za isparavanje vode iz papirne trake je fiksirana i određena zakonima termodinamike i minimalno iznosi 2.550 kJ/kgH_2O [1]. U realnim uslovima specifična potrošnja toplotne energije je veća i okvirno iznosi 3.000 kJ/kgH_2O zbog toga što se deo energije potroši na zagrevanje papira i vazduha u haubi a deo izgubi u okolinu [6].

U ovom pogledu praktično nema mogućnosti da se naprave neki značajni pomaci po pitanju energetske efikasnosti. Najveći potencijali za uštede u potrošnji energije na sušnoj sekciji najčešće se mogu pronaći kod sistema za distribuciju pare i povrat kondenzata, zatim kod sistema za ventilaciju sušne haube kao i kod sistema za rekuperaciju otpadne toplote [6].

Mesta na kojima se troši vodena para na papir mašini su sušni cilindri, razmenjivači toplote za zagrevanje vazduha za ventilaciju sušne haube i parne kasete na sekciji presa. Na tipičnoj papir mašini od ukupne potrošnje pare na parnim kasetama utroši se 4%, na razmenjivačima toplote 5%, gubitak na kondenzatoru je do 10% a ostatak pare od 81% se utroši na sušnim cilindrima [7]. Specifična potrošnja pare na sušnim cilindrima iznosi od 1,2 do 1,4 kg/kgH_2O a u sistemu za ventilaciju sušne haube od 0,15 do 0,18 kg/kgH_2O pri čemu se manje vrednosti odnose na sisteme sa rekuperacijom otpadne toplote [8].

Parno-kondenzni sistem se najčešće izvodi kao kaskadni, termokompresorski ili kombinacija ova dva sistema. Sistemi se razlikuju pre svega po veličini i broju sušnih grupa i broju kontrolora za pritisak. U jednom sistemu mogu postojati značajne razlike pri proizvodnji različitih vrsta papira koje potiču od sledećih faktora: raspoloživi pritisak pare, brzina mašine, gramatura papira, udeo suve materije u papirnoj traci nakon partije presa itd.

Vodena para se proizvodi u kotlarnici na parnim kotlovima ili u kogenerativnom postrojenju i do papir mašine se distribuira parovodima. Korišćenje suvozasićene pare niskog pritiska obezbeđuje visoku efikasnost prenosa toplote. Temperatura vodene pare u sušnim cilindrima mora biti za 20 do 30°C viša od potrebne temperature na površini sušnog cilindra. Temperatura odnosno pritisak suvozasićene pare zavisi od vrste papira koji se proizvodi, kapaciteta sušne sekcije i broja sušnih cilindara. U kaskadnim sistemima najčešće se koristi para pritiska 2 do 5 bar, temperature 120 do 150°C [6].

Za efikasan prenos toplote na sušnim cilindrima potrebno je obezbediti kontinualno odvođenje kondenzata. Odvođenje kondenzata se vrši sifonima, stacionarnim ili rotacionim. Razlika pritiska pare ispred sušnog cilindra i kondenzata na izlazu iz cilindra je reda veličine 10 do 70 kPa. Ovim se obezbeđuje odvođenje dela nekondenzovane pare kao i vazduha i drugih gasova koji se ne mogu kondenzovati. Razlika pritiska izaziva kretanje vodene pare, pri čemu para zahvata kondenzat pretvarajući ga u kapi pri ulasku u sifon. Količina pare koja se odvodi sa kondenzatom (blow-through) je kod stacionarnih sifona 10 do 20%, a kod rotacionih 25 do 30% [6]. Količina pare koja se koristi za uklanjanje kondenzata iz sušnog cilindra predstavlja stepen izduvavanja i trebalo bi da iznosi 15–20% ukupne količine pare dovedene na sušnu partiju. Vrednosti ispod ovog procenta imaju za rezultat zadržavanje kondenzata u cilindru, dok vrednosti iznad ove veličine ukazuju na neefikasnu specifičnu potrošnju pare [9].

Kaskadni sistem se primenjuje u sprezi sa stacionarnim sifonima, ili kada je dostupna samo para niskog pritiska. Glavna sušna sekcija sadrži 50 do 60% od ukupnog broja sušnih cilindara i u njoj se koristi para najvišeg pritiska. Kondenzat se sa delom nekondenzovane pare odvodi u separator u kome se razdvajaju

kondenzat i otparak. Otparak iz separatora se koristi u cilindrima koji koriste paru nižeg pritiska. Otparak iz cilindara koji su na najnižem pritisku (vakuumu) odvodi se u vodom hlađeni kondenzator gde se kondenzuje i odvodi u kotlarnicu. Sistem je relativno jednostavan i zahteva niže pritiske pare ali je ograničen u smislu kontrole kapaciteta sušenja.

Termokompresor je uređaj koji koristi paru visokog pritiska za usisavanje pare niskog pritiska pri čemu na izlazu daje paru srednjeg pritiska. Uređaj se koristi u parno-kondenznim sistemima sa visokim stepenom automatizacije i širokim spektrom kontrole pritisaka i kapaciteta sušenja. Nedostatak sistema je potreba za parom visokog pritiska (obično 10 do 15 bar) [5].

Kaskadni termokompresorski sistem se koristi kada je potrebna nezavisna kontrola pojedinih sušnih grupa u okviru sušne sekcije uz minimalnu potrošnju pare srednjeg pritisaka za napajanje sušnih cilindra. Ovakvi sistemi se najčešće koriste prilikom rekonstrukcije postojećih parno-kondenznih sistema sa rotacionim sifonima. Primena ovih sistema omogućava bolju kontrolu diferencijalnog pritiska u sušnim cilindrima i veću efikasnost sušenja.

3. MERE ZA POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI U PARNO-KONDENZACIONOM SISTEMU

3.1 Praćenje potrošnje pare i bolja kontrola procesa

Praćenje energetskih tokova u papir mašini je korisno zbog boljeg razumevanja procesa kao i zbog identifikacije najznačajnijih izvora gubitaka toplote. Bilansiranje tokova energije u realnim uslovima nekada može biti težak posao naročito zbog ograničenog broja merila protoka radnih fluida. Iz ovog razloga, protoci pare se mogu indirektno izračunati grupišući pojedine potrošače pare. Protok kondenzata se može odrediti posredno putem merenja brzine podizanja nivo kondenzata u sabirnicima kondenzata zatvaranjem odvodnih ventila. Pri stacionarnim uslovima, protok kondenzata bi trebalo da odgovara protoku pare po pojedinim sušnim grupama. Ista metoda se može primeni na papir mašinama gde nema direktnih merila protoka za paru i kondenzat po pojedinim sušnim grupama. Metoda zahteva utrošak ljudskih resursa i vremena, ali uz određen broj eksperimenata moguće je steći uvid u potrošnju pare na pojedinim parnim grupama. Potrošnju pare u razmenjivačima toplote tipa para-vazduh, moguće je proceniti na osnovu merenja protoka vazduha anemometrom i merenja vlažnosti i temperature vazduha ispred i iza razmenjivača. Treba voditi računa da se u ovom slučaju zanemaruju gubici energije kroz termičku izolaciju razmenjivača.

Već je rečeno da gubitak energije u kondenzatoru može iznositi i do 10% [7]. Uzrok ovome je povećana količina otparka iz sušnih grupa zbog neefikasnog upravljanja potrošnjom pare. U primeru koji navodi autor Bhutani [7] uzrok povećanih gubitaka u kondenzatoru je bio neefikasan rad termokompresora. U konkretnom slučaju temperatura mešavine pare na izlazu iz termokompresora bila je svega za 2,4˚C niža od temperature pare visokog pritiska na ulazu u termokompresor. Ovo je bio indikator da se u termokompresoru iskoristi veoma mala količina otparka koja dolazi iz sušnih grupa koje rade sa višim pritiscima pare.

Potrošnja pare na papir mašini može biti naglo poremećena ili prekinuta usled brzih promena procesnih parametara na papir mašini ili zastoja u radu mašine (napr. pucanje papirne trake). Ovo može dovesti do neracionalnog izduvavanja viška pare u atmosferu. Moguće rešenje problema je primena akumulatora pare. Autori Sathibunanan i Ritthong [10] navode da je primenom naprednog upravljačkog sistema za proizvodnju i dustribuciju pare na papir mašini postignuto smanjenje specifičnog utroška primarne energije od 0,38 GJ/t.

3.2 Efikasna proizvodnja pare na parnim kotlovima

Kogenerativna postrojenja za proizvodnju toplotne i električne energije su veoma zastupljena u papirnoj industriji. Ova postrojenja su promovisana od strane Evropske komisije posredstvom direktive 2004/8/EC zbog toga što pružaju značajne ekonomske i ekološke koristi u odnosu na konvencionalne termoelektrane i parne kotlarnice. Zbog pada cene tehnologije i visoke ukupne efikasnost ovih postrojenja (80–90%) ona postaju ekonomski isplativa i pri nižim nominalnim snagama [11].

Na parnim kotlovima najbolje dostupne tehnike podrazumevaju optimizaciju sagorevanja uz minimalni koeficijent viška vazduha, smanjenje gubitaka toplote sa dimnim gasovima, predgrevanje vazduha za sagorevanje i predgrevanje napojne vode raspoloživim izvorima otpadne toplote, prelazak na obnovljive izvore energije, itd. [11]. Takođe, za kotlove u užem smislu važno je redovno održavanje i čišćenje razmenjivačkih površina kao i kontrola termičke izolacije. Za sva kotlovska postrojenja zajedničko je da se

hemijski i termički pripremljena napojna voda dovodi u kotao gde se zagreva i isparava do vodene pare potrebnog pritiska. Bez obzira na kvalitet napojne vode postoji potreba da se iz kotla povremeno ispušta voda u stanju zasićenja zbog potreba odsoljavanja i odmuljivanja kotla. Ukoliko se ovi procesi sprovode manuelno bez automatske kontrole gubici energije na kotlovima mogu biti značajni. Kao najbolje dostupne tehnike na raspolaganju su sistemi za automatsko odsoljavanje na bazi merenja električne provodnosti kotlovske vode kao i sistemi za rekuperaciju energije primenom ekspandera uz korišćenje otparka ili razmenjivača toplote za pothlađivanje vode od odsoljavanja.

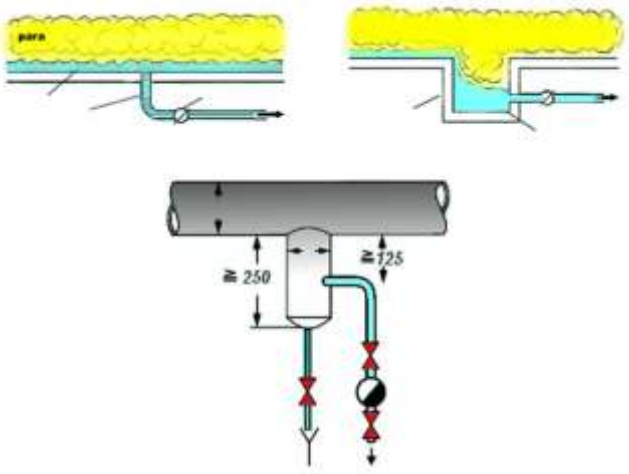
Vlažna para i kondenzacija pare u distributivnim cevovodima može dovesti do usporavanja, blokade strujanja pare i čak do pojave hidrauličkih udara u cevovodima i procesnim aparatima. Da bi se ove pojave izbegle suvozasićena vodena para se može u izvesnoj meri pregrevati. U nekim slučajevima stepen pregrevanja pare može biti neopravdano visok (napr. ako je temperatura predgrevanja za preko 20˚C viša od temperature suvozasićene pare pri datom pritisku) što dovodi do smanjenja efikasnost procesa prenosa toplote u razmenjivačima i sušnim cilindrima [7].

3.3 Pravilno projektovanje sistema za distribuciju pare i povrat kondenzata

Koeficijent prelaženja toplote sa pare koja se kondenzuje na površini preko koje se odvija transport toplote je veoma visok, ali može biti višestruko smanjen usled nepoželjne pojave sloja kondenzata ili vazduha. Kod projektovanja neophodno je primeniti odgovarajuće mere za odvođenje kondenzata, odnosno vazduha, kako bi se održala visoka vrednost koeficijenta prelaženja toplote pri promeni faze (kondenzaciji). Otpor provođenju toplote kroz sloj vazduha je približno 1500 puta veći od otpora provođenju toplote kroz zid od čelika [12].

Predimenzionisane cevi za distribuciju pare uslovljavaju povećanje investicionih troškova i veće odavanje toplote preko zagrejanih površina. Postupak određivanja prečnika cevi započinje usvajanjem brzine strujanja pare. Preporuka za brzinu proticanja pare za manje dužine cevovoda i zasićenu paru iz kotla je 20–30 m/s. Povećanjem dužine cevovoda, problem pada pritiska dolazi do izražaja pa su brzine strujanja pare manje. Za suvozasićenu paru mogu se uzeti u razmatranje i brzine strujanja od 40 m/s. Međutim, pri ovim brzinama strujanja dolazi do habanja delova uređaja za merenje protoka pare, a takođe dolazi do povećanja nivoa buke. Padovi pritisaka kroz cevovode i armaturu vezani su prvenstveno za brzinu strujanja, ali i za hrapavost cevi. U toku eksploatacije dolazi do promene hrapavosti cevovoda, pa se tako i pad pritiska tokom vremena može menjati [12].

Parovod treba da bude tako postavljen da ima nagib u smeru strujanja pare ka mestima za odvajanje kondenzata. Preporuka za nagib cevovoda je do 4‰, a razmak između mesta na kojima se vrši odvodnjavanje (odvođenje kondenzata) je 30–50 m. Cevni priključak za drenažu parovoda mora biti dovoljih dimenzija kako bi obezbedio nesmetano prikupljanje i odvođenje kondenzata nastalog u parovodu. Potrebno je postaviti drenažni vod na svim kritičnim mestima, posebno ispred promene pravca cevovoda. Na slici 1 data su dva slučaja – loše i dobro izvođenje odvodnjavanja parovoda kao i preporuka za dimenzionisanje priključka za odvodnjavanje. Kod dimenzionisanja cevovoda za povrat kondenzata treba uzeti u obzir činjenicu da može doći do otparavanja kondenzata u cevovodu i pojave strujanja dvofazne mešavine.



Slika 1. Nepravilno (levo) i pravilno (desno) izvedena instalacija za odvodnjavanje parovoda, dimenzije priključka za odvodnjavanje parovoda (dole) [12]

3.4 Korišćenje energije otparka i kondenzata

U sušnim sekcijama papir mašine uobičajeno se koriste kaskadni sistemi i sistemi sa termokompresorima kod kojih se otparak iz sušnih grupa koje rade na višem pritisku pare odvodi u sušne grupe koje rade na nižim pritiscima pare. Takođe otparak i kondenzat se često koriste u razmenjivačima toplote za predgrevanje svežeg vazduha koji se uvodi u sušnu sekciju ili za zagrevanje različitih tokova vode.

Gubici usled nekorišćenja otparka u sistemu se kreću od 8,1% sveže pare na pritisku od 3 bar pa do 16,9% za sistem pri pritisku 12 bar. U slučaju da se kondenzat ispušta u kanalizaciju (nepovratno gubi), vrednost gubitaka energije zavisi pre svega od pritiska sveže pare i on se kreće u rasponu 22% do 30% od energije sveže pare pri pritiscima od 3 do 12 bar. Troškovi za nadoknadu izgubljene vode i hemijsku pripremu vode se takođe moraju uzeti u obzir i sračunati u odnosu na jedinicu izgubljenog kondenzata [12].

3.5 Poboljšanje termičke izolacije cevovoda i armature

Povećanje debljine termičke izolacije i korišćenje savremenih izolacionih materijala doprinosi smanjenju gubitaka energije u parno-kondenzacionim sistemima. Pored toga, česta pojava u praksi je da se nakon rekonstrukcije parnih cevovoda i armature ne zameni termičaka izolacija koja vremenom stari i gubi izolaciona svojstva. Kao rezultat, redovna inspekcija i održavanje izolacije može dodatno uštedeti energiju.

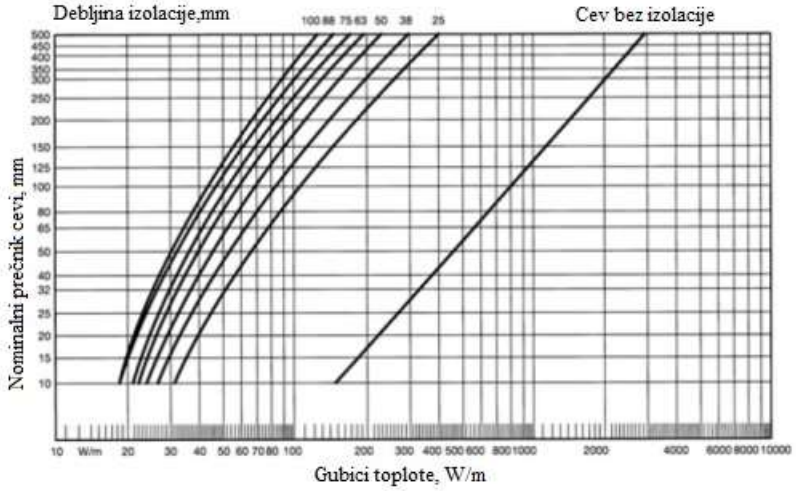
Izolovanje cevovoda i armature je jedan od najekonomičnijih načina povećanja energetske efikasnosti u sistemima za distribuciju pare i povrat kondenzata. Period povraćaja kapitala kod investicija u izolaciju je uglavnom manji od jedne godine [12].

Kod termičke izolacije potrebno je obratiti pažnju na sledeće:

- proveriti debljinu izolacije; ukoliko dođe do povećanja cene goriva; opravdano je izračunati da li je isplativo povećanje debljine izolacije;
- proveriti da li postoje praznine između izolacije i armature jer to dovodi do cirkulacije vazduha između izolacije i cevi;
- meriti redovno temperaturu svih zagrejanih površina; temperatura površine svih izolovanih cevi, površina, nepokrivenih posuda i ostalih zagrejanih elemenata treba da bude ispod 50°C.

Na slici 2 je prikazan dijagram za određivanje gubitaka energije za različite debljine izolacije i različite prečnike cevovoda za temperaturu cevi od 150°C.

Gubici toplote kod neizolovanih parnih ventila i ostale armature mogu se proceniti na osnovu podataka koji su prikazani u tabeli 1. Procena je izvršena prema zapornom ventilu odgovarajućeg nazivnog prečnika. Za ovu potrebu se koriste demontažne izolacione obloge koje se brzo i jednostavno mogu demontirati. Američka agencija za energiju je procenila da postavljanje demontažnih izolacionih obloga na prirubnicama, ventilima, i drugim fitinzima u fabrikama može smanjiti utrošak pare za 1-3% [13].



Slika 2. Određivanje gubitaka energije na parnim vodovima [12]

Tabela 1. Proračun gubitaka toplote na parnoj armaturi

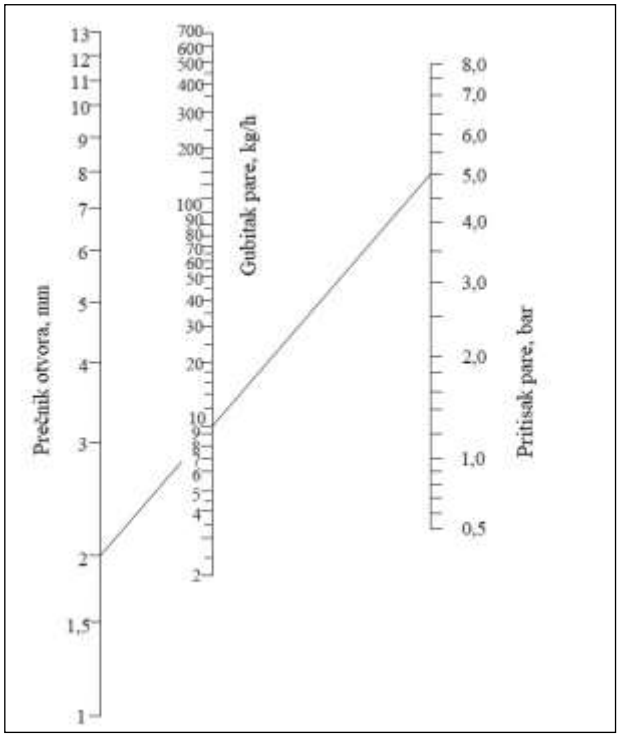
Nazivna veličina ventila	Temperatura radnog fluida	Ekvivalentna debljina izolacije	Gubitak toplote po neizolovanom ventilu	Gubitak toplote po izolovanom ventilu	Smanjenje gubitka toplote
DN	°C	cm	W	W	W
50	180	10	884,0	67,7	816,3
80	180	10	1.329,4	89,1	1.240,4
100	180	10	1.529,1	95,2	1.434,0
150	180	10	2.726,8	154,8	2.572,0
200	180	10	3.534,4	190,0	3.344,4

3.6 Smanjenje gubitaka usled isticanja pare

Isticanje pare dovodi do značajnih gubitaka u energiji. Kako bi se sprečilo isticanje pare neophodno je:

- pratiti stanje ventila sigurnosti i ventila za ispuštanje pare iz kotla (praćenje povišenja temperature odušnih cevi služi za brzu proveru);
- sprovesti aktivnosti na eliminisanju mesta curenja pare (troškovi se mogu veoma brzo povećati postojanjem samo nekoliko mesta curenja);
- uvesti sistem dokumentovanja, izveštavanja i saniranja mesta na kojima curi para.

Ako se uzme u obzir cena pare, mogu se proračunati gubici u novcu za svako mesto curenja. Godišnji iznosi višestruko opravdavaju intervencije potrebne za sanaciju pukotina ili zamenu ventila. Glavna poteškoća vezana za saniranje isticanja je tehičke prirode, jer se u većini slučajeva određenim delovima cevovoda može veoma retko pristupiti, napr. samo u vreme generalnih remonta ili zastoja u proizvodnji. Na slici 3 dat je nomogram za određivanje gubitaka usled curenja pare kroz otvore. Vrednosti očitane sa nomograma treba pomnožiti koeficijentom 0,8 radi dobijanja realnih vrednosti.



Slika 3. Određivanje gubitaka pare usled curenja kroz otvore [12]

3.7 Praćenje rada i održavanje odvajača kondenzata

Korišćenje modernih odvajača kondenzata smanjuje gubitke energije u parno-kondenzacionom sistemu uz povećanje njegove pouzdanosti. Napr. termostatski odvajači kondenzata se otvaraju kada je temperatura kondenzata za 2°C niža od temperature suvozasićene pare na datom pritisku čime se minimizira pothlađivanje kondenzata i smanjuju gubici u sistemima gde se energija kondenzata koristi. Odvajače kondenzata je potrebno dimenzionisati za maksimalne očekivane protoke kondenzata koji nastaju kod startovanja sistema u hladnom stanju.

U zavisnosti od tipa odvajača kondenzata, održavanje i zamena dotrajalih delova može biti manje ili više zahtevna. Neophodno je organizovati službu za redovno praćenje stanja odvajača kondenzata. Provere i održavanje mogu se organizovati kao dnevni pregledi, nedeljno, mesečno i godišnje održavanje. Redovne provere rada odvajača kondenzata kako bi se osiguralo da oni pravilno funkcionišu mogu uštedeti značajne količine energije uz minimalna ulaganja. Na primeru jedne fabrike papira u SAD zamena neispravnih odvajača kondenzata rezultovala je smanjenjem troškova za energente od 31.000 USD i vodu od 3.900 USD na godišnjem nivou. Investivioni troškovi za realizaciju ove mere su iznosili oko 12.400 USD što znači da je period povraćaja investicije bio manji od jedne godine [13].

Primena automatskog sistema za monitoring odvajača kondenzata u kombinaciji sa programom redovnog održavanja može dodatno uštedeti energiju zbog toga što se dijagnostika rada odvajača sprovodi u realnom vremenu čime se skraćuje period nepravilnog rada odvajača kondenzata. Primenom ovakvog sistema u jednoj fabrici papira postignute su uštede u specifičnoj potrošnji primarne energije od čak 0,63 GJ/t [10].

4. ZAKLJUČAK

U procesu proizvodnje papira vodena para je bila i ostala najvažniji izvor energije za sušenje papira i zagrevanje različitih tokova vode. U radu je analizirana potrošnja pare na papir mašini i prikazane su moguće mere za povećanje energetske efikasnosti u parno-kondenzacionom sistemu uz evaluaciju potencijalnih ušteda. Razmatrane su mere za praćenje potrošnje pare i bolju kontrolu procesa, za efikasnu proizvodnju pare na parnim kotlovima, za pravilno projektovanje sistema za distribuciju pare i povrat kondenzata, za korišćenje energije otparka i kondenzata, za poboljšanje termičke izolacije cevovoda i armature, za smanjenje gubitaka usled isticanja pare i za praćenje rada i održavanje odvajača kondenzata. Sve prikazane mere su u saglasnosti sa najboljim dostupnim tehnikama (BAT) iz referentnih dokumenata EU za energetsku efikasnost u sistema za razvod pare i povrat kondenzata u industriji.

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 takođe izražavaju neizmernu zahvalnost i poštovanje prema rukovodiocu projekta dr Aleksandru Nikoliću koji je preminuo u januaru 2018. godine.

LITERATURA

[1] de Beer, J., Worrell, E., Blok, K., Long-term energy-efficiency improvements in the paper and board industry, Energy, 23, No. 1, pp. 21–42, 1998

[2] Milosavljevic, N., Sundqvist, H., Pettersson, H., Energy economy of the dryer section of paper and board machines, Proceedings of 18th International symposium in the field of pulp, paper, packaging and graphics (CPA&G 2012), 19-22 June 2012, Zlatibor, Serbia, pp. 159-165

[3] Asblad, A., Franck, PA., Berntsson, T., Energy conservation in the pulp and paper industry, CADDET Analyses series No. 28, Sittard, Netherlands, 2001, ISBN 90-72647-49-1

[4] ***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

[5] Krgović, M. i ostali, Štednja energije rekonstrukcijom parno-kondenznog sistema u Fabrici hartije Beograd, Zbornik radova sa 18. Međunarodnog simpozijuma iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike (CPA&G 2012), 19-22 jun 2012., Zlatibor, Srbija, str. 178-189

[6] Karlsson, M. (editor), Papermaking science and technology: Papermaking part 2, drying. Fapet Oy, Helsinki, 1999

[7] Bhutani, N., Lindberg, CF., Starr, K., Horton, R., Energy assessment of paper machines, Energy Procedia, 14, 2012, pp. 955-963

[8] ***TAPPI TIP 0404-33, Dryer section performance monitoring, 2012

[9] Krgović, M., Valent, V., Kršikapa, M., Milojević, M., Rašeta, B., Ošap, D., Povećanje energetske efikasnosti u papirnoj industriji, Hemijska industrija, 62, br. 4, 2008, str. 233-245

[10]Sathibunanan, S., Ritthong, W., An analysis of the cost effectiveness for energy efficiency technology in Thailand pulp and paper industry, Energy Procedia, 138, 2017, pp. 729–733

[11]***http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/, The European IPPC Bureau, Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency, 2009

[12]Genić, S. i ostali, Priručnik za obuku energetskih menadžera za oblast industrijske energetike, Univerzitet u Beogradu-Mašinski fakultet, 2017

[13]***www.energy.gov, U.S. DOE 2006c, 2006d

Corresponding author:
dr Nikola Tanasić, naučni saradnik, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu
Kraljice Marije 16
11120 Beograd
E-mail: ntanasic@mas.bg.ac.rs

REKONSTRUKCIJA PARTIJE PRESA PAPIR MAŠINE U FABRICI HARTIJE BEOGRAD U CILJU POVEĆANJA KAPACITETA I ŠTEDNJE ENERGIJE

RECONSTRUCTION OF THE PRESS SECTION OF THE PAPER MACHINE IN BELGRADE PAPER MILL FOR INCREASING CAPACITY AND ENERGY SAVINGS

Milorad Krgović[1], Milan Marković[2], Mijodrag Milojević[3], Ivan Stefanov[2], Miloš Ivanović[2], Bojan Savić[2], Tatjana Mladenović[2], Marina Kršikapa[1]

[1]Centar celuloze, papira, ambalaže i grafike, Tehnološko – metalurški fakultet, Beograd, Srbija
[2]Fabrika hartije BEOGRAD, d.o.o., Beograd, Srbija, [3]Kappa star group, Beograd, Srbija

Izvod

U radu je prikazan model Fabrike hartije Beograd, gde su se, sa relativno malim investicijama, dobrim idejama, stručnošću i znanjem, postigli izvanredni rezultati rekonstrukcijom partije presa. Ova rekonstrukcija je hronološki obrađena, u više faza, sa posebnim akcentom na dizajn presa, koji omogućava optimalno funkcionisanje ove tehnološke celine. Naravno, ostvareni efekti u Fabrici hartije nisu posledica samo ove rekonstrukcije, oni su rezultat rekonstrukcija provedenih na čitavoj PM, uključujući i sušnu partiju. U zaključcima se konstatuju efekti druge rekonstrukcije partije presa provedene u januaru 2018. i upoređuju sa garantovanim veličinama, ali i efekti sve tri rekonstrukcije, kako u povećanju kapaciteta, tako i u smanjenju specifične potrošnje energenata.

Ključne reči: *partija presa, dizajn presa, štednja energije*

Summary

U radu je prikazan model Fabrike hartije Beograd, gde su se, sa relativno malim investicijama, dobrim idejama, stručnošću i znanjem, postigli izvanredni rezultati rekonstrukcijom partije presa. Ova rekonstrukcija je hronološki obrađena, u više faza, sa posebnim akcentom na dizajn presa, koji omogućava optimalno funkcionisanje ove tehnološke celine. Naravno, ostvareni efekti u Fabrici hartije nisu posledica samo ove rekonstrukcije, oni su rezultat rekonstrukcija provedenih na čitavoj PM, uključujući i sušnu partiju. U zaključcima se konstatuju efekti druge rekonstrukcije partije presa provedene u januaru 2018. i upoređuju sa garantovanim veličinama, ali i efekti sve tri rekonstrukcije, kako u povećanju kapaciteta, tako i u smanjenju specifične potrošnje energenata.

Ključne reči: *press section, press design, energy savings*

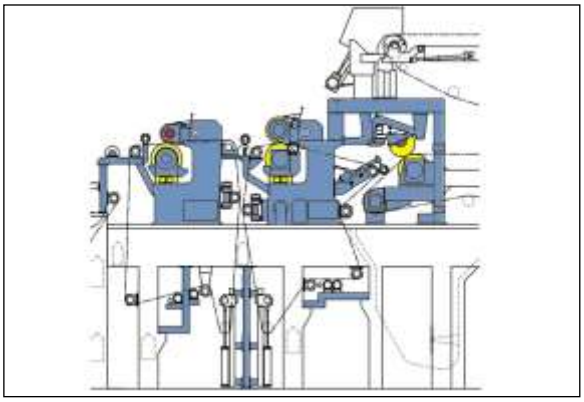
UVOD

Fabrika hartije BEOGRAD je, od privatizacije 2008. do 2018. godine, napravila ***pravu revoluciju*** u proizvodnji papira, štednji energije, organizaciji rada i profitabilnosti fabrike. Posebna orginalnost ove fabrike je to što je sa ***relativno malim investicionim ulaganjima***, ali sa kreativnim idejama i svetskim znanjem, postigla povećanje proizvodnje sa ***30.000***, na 75.000, pa na 100.000, a sa rekonstrukcijom provedenom u januaru 2018., planirala je da postigne ***120.000 tona godišnje***, neto, uz smanjenje potrošnje energije i povećanje kvaliteta proizvoda. Za ovakvo povećanje kapaciteta ***ANDRITZ,*** Austrija je dao ponudu sa vrednošću investicije od ***25 miliona evra***, a mi ocenjujemo da FHB nije uložila više od ***cca. 14 miliona evra***.

Pošto su ***predmet ovog rada rekonstrukcije partije presa***, posvetićemo se izvedenim tehničkim rešenjima, to jest dizajnu presa, kao i smanjenju specifične potrošnje energije pri proizvodnji papira, kao rezultatu rekonstrukcija na ovom delu papir mašine.

PARTIJA PRESA PRE PRVE REKONSTRUKCIJE, NAKON PRIVATIZACIJE

Pre ***prve rekonstrukcije*** partija presa u Fabrici hartije Beograd je bila partija presa sa dve prese, otvorenog vođenja papirne trake i sa jednim filcem po svakoj presi, slika 1.



Slika 1. Partija presa u FHB pre I rekonstrukcije, nakon privatizacije 2008. godine

Ostvarivana je ***suvoća papirne trake*** iza dugog sita i presa: iza dugog sita: 21,4%; iza I prese: 38,8%; iza II prese ***41,5 %,*** a ostale karakteristike PM 4 su bile sledeće:

- Brzina PM 4: 155 m/min
- Kapacitet: 120t/dan, 30.000t/god.;
- Specifična potrošnja:
  - vodena para: 3,5 t/t
  - električana energija: 1.400 kwh/t
  - stari papir:1,35 t/t
  - voda: 75 m^3/t
- Iskorištenje radnog vremena: 75 %.

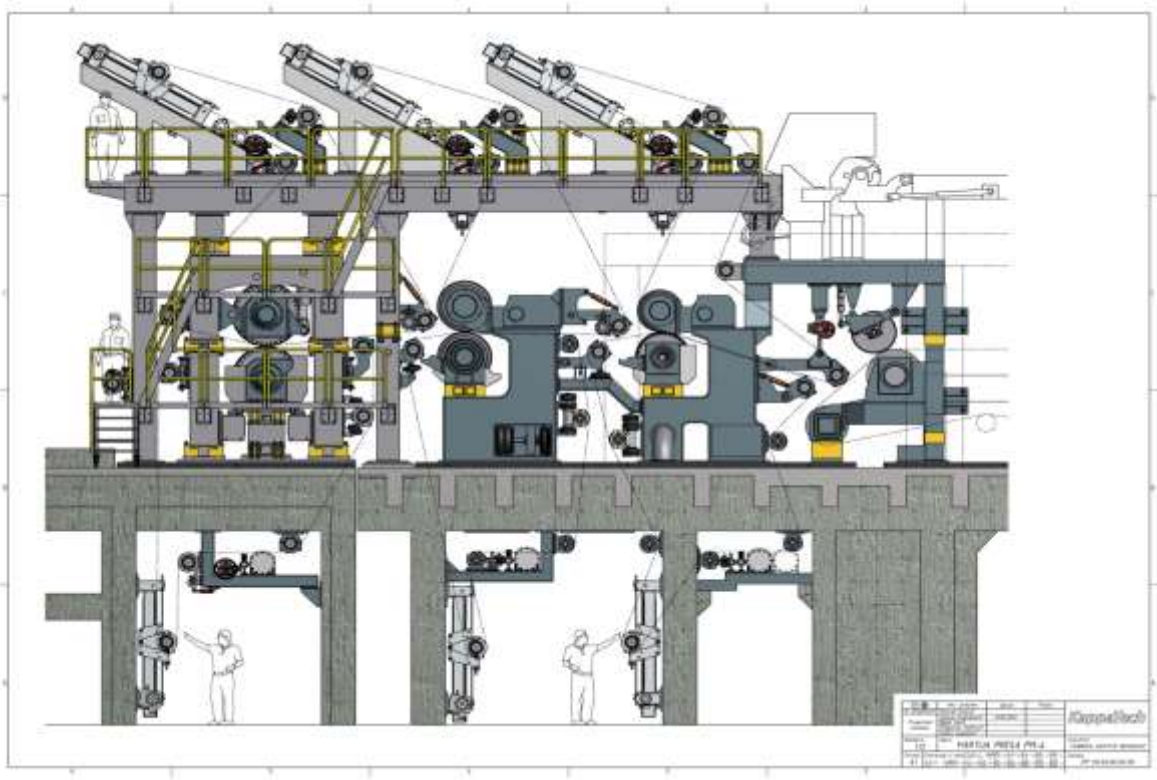
PARTIJA PRESA NAKON PRVE REKONSTRUKCIJE 2011. GODINE

Pošlo se od toga da Fabrika kartona UMKA poseduje polovne valjke za prese, i da, u kombinaciji sa postojećim presama i nabavljenim JAMBO valjcima, prečnika 1.200mm, se izdizajnira takvo rešenje koje će ispuniti postavljene zahteve, pa se, nakon studiozne analize i izrade ***više varijanti partije presa***, došlo do rešenja koje je zadovoljavalo potrebe Investitora koji je želeo ***da u fazama rekonstrujiše partiju presa***.

Tako je partija presa sa 2 NIP-a rekonstruisana u partiju presa ***sa 3 NIP-a***, to jest, u 3 prese sa duplim filčevima i zatvorenim vođenjem papirne trake kroz prese. Preuzimanje trake sa dugog sita ostalo je sa otvorenim sistemom tj. sa lajk-ap valjkom.

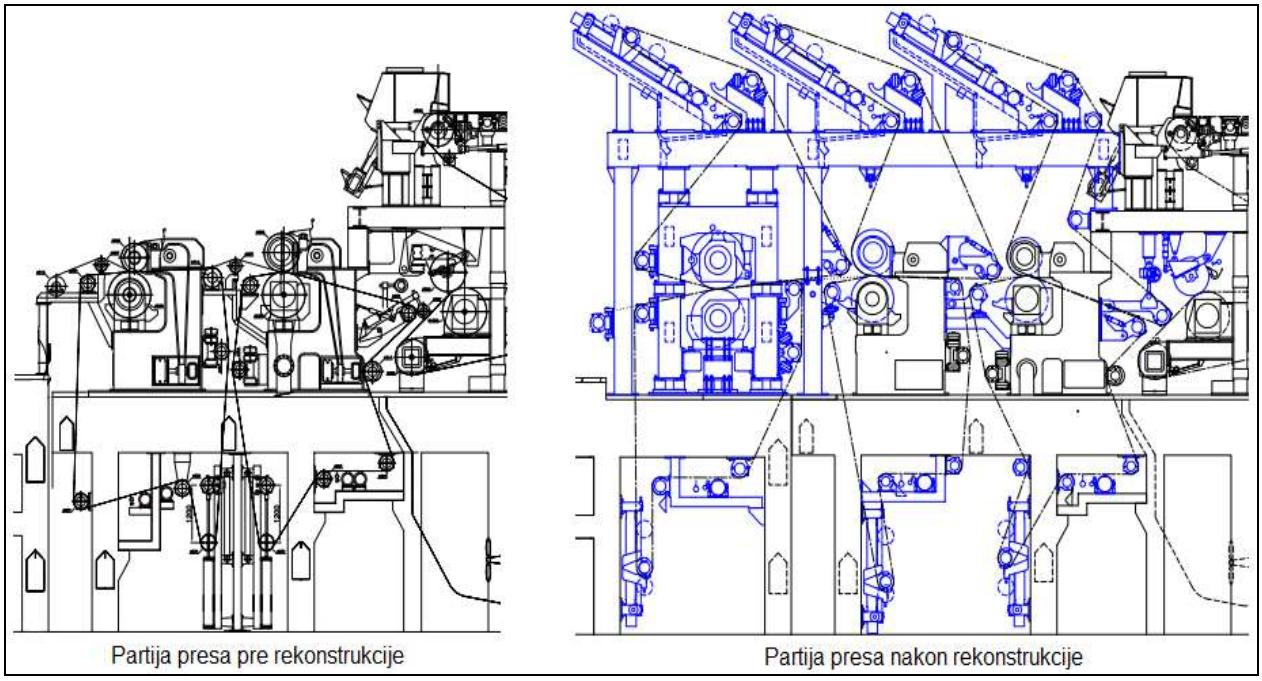
Partija presa posle ove rekonstrukcije je imala sledeći dizajn, slika 2., a PM 4 sledeće karakteristike:

- Suvoća papirne trake iza presa: ***47 %***;
- Brzina PM 4: 240 m/min
- Kapacitet: 215 t/dan, 75.000 t/god.;
- Specifična potrošnja:
  - vodena para: 1,96t/t
  - električana energija: 583kwh/t
  - stari papir: 1,15 t/t
  - voda: 50m^3/t
- Iskorištenje radnog vremena: 83%.



Slika 2. Partija presa u FHB posle I rekonstrukcije

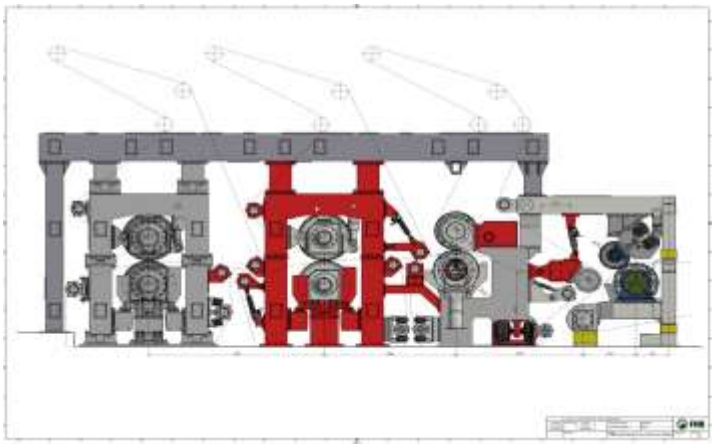
Razlika između dva rešenja partije presa, pre i posle I rekonstrukcije, najbolje se vidi na slici 3, gde su ***plavom bojom ucrtane promene*** na ovom delu PM.



Slika 3. Šema partije presa pre i posle I rekonstrukcije

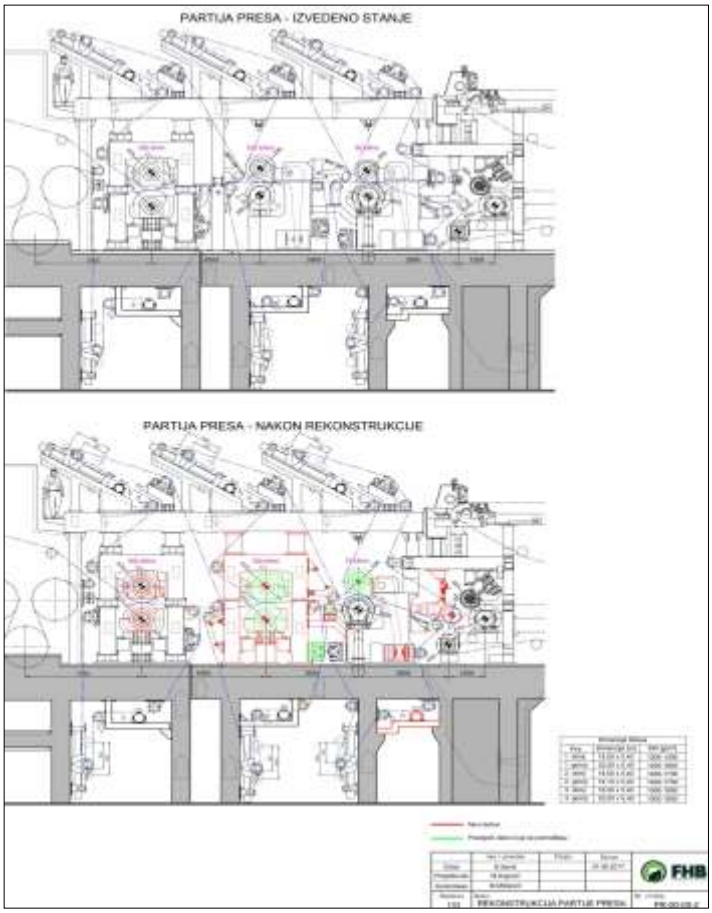
PARTIJA PRESA PO PROJEKTU - REALIZACIJA JANUAR 2018. GODINE

Ova konstrukcija presa je takođe ***sa 3 NIP-a i duplim filčevima***, a ugrađen je ***i pick-up valjak***, čime se automatski provodi traka sa dugog sita kroz prese, do sušne partije. Dizajn presa prikazan je na slici 4.



Slika 4. Partija presa u FHB po projektu decembar 2017., realizovana u januaru 2018. godine

Razlika između dva rešenja partije presa, pre i posle II rekonstrukcije, najbolje se vidi na slici 5, gde je ***crvenom bojom prikazana sva nova oprema*** koja je ugrađena u poslednjoj rekonstrukciji, a ***zelenom bojom*** prikazana je ***postojeća oprema koja je premeštena na nove pozicije***.



Slika 5. Partija presa posle I rekonstrukcije (projekat 2011.) i posle II rekonstrukcije (projekat XII 2017.)

Projektom garantovani parametri na PM 4:

- Suvoća papirne trake iza presa: ***49-50%***
- Brzina PM 4: ***500 m/min***
- Kapacitet: 350 t/dan, ***120.000t/god***.
- Smanjenje potrošnje toplotne energije:***4,5%***
- Iskorištenje radnog vremena: ***90-92%.***

Ugovorom između Fabrike hartije Beograd i projektanta ***predviđeno je*** da se izradi i sprovede u praksu ***projekat ugradnje pick-up valjka, rekonstrukcija partije presa i rekuperacija toplote PM4***, odnosno, da se isprojektuje rekonstrukcija PM4 tako da se kapacitet ***sa 100.000 poveća na 120.000 tona godišnje, uz smanjenje potrošnje toplotne energije za 4,5%.*** Predviđena rekonstrukcija ***rekuperacije toplote*** je isprojektovana, ali se ***od realizacije odustalo*** od strane Fabrike hartije BEOGRAD.

Dokazivanje garancija - ostvareni rezultati rekonstrukcije

Rekonstrukcija partije presa po ovom projektu realizovana je od ***02.-17.01.2018***. godine.

Nakon montaže partije presa izvršeno je i ***praktično testiranje bombaže*** svih 6 valjaka u sve 3 prese pomoću MC papira. Na osnovu dobijenih rezultata utvrđeno je da se postiže ***optmalni otisak*** u svim NIP-ovima, čime je praktično dokazano da je teoretski proračun bombaže valjaka sve 3 prese optimalno isprojektovan i da su ***linijski pritisci*** u svim tačkama po širini papirne trake ***isti***, što omoućava postizanje ***dobrog profila vlage papira***.

Kako ***nije instaliran palper*** iza partije presa, koji je predviđen po projektu, to **se nije mogao** ni pick-up valjak spustiti na dugo sito, čime bi se omogućilo automatsko vođenje papirne trake po punoj širini, do iza presa, ali ***u planu je brza realizacija*** i ovog dela projekta. Ipak, izprojektovani ***dizajn presa*** se pokazao ***kao dobar***, jer je vođenje trake kroz prese bilo ***funkcionalno***, a nastali sitni baloni vazduha na ulazu u prese su lako eliminisani korekcionim vodećim valjcima filca, kako je to i projektom predviđeno.

Dokazivanje garacija po TAPPI standardu vrši se tako što se pripremi sva nova oprema na PM i ***testira u toku 24 h***, ili, ako su ostvareni rezultati ***bolji od garantovanih***, kao što je ovde bio slučaj sa FHB, onda se kao baza za dokazivanje garancija ***uzimaju bolji rezultati iz redovne proizvodnje***.

Kapacitet proizvodnje PM 4:

Iz izveštaja FHB o proizvodnji u februaru 2018. odabrana ***su tri dana***, sa proizvodnjom po danima:

- 21.02.2018.: 427 t/24h, što je 148.700 t/god.
- 23.02.2018.: 451 t/24h, što je 157.800t/god. (u I smeni je ostvareno 21 t/h, što je 176.000 t/god.)
- 27.02.2018.: 424 t/24h, što je 147.000t/god.

Garantovani kapacitet je ***120.000 t/god***., a prosečna proizvodnja za 21., 23. i 27. februar iznosi ***151.167 t/god, što je za 26,7%*** više od garantovanog kapaciteta.

Smanjenje potošnje toplotne energije

Specifična potrošnja toplotne energije za februar 2018. godine iznosila je ***1,77*** tona pare po toni papira, ili najmanje ***1,38 t/t,*** a za decembar 2017. god. ***1,91 t/t***, a najmanje ***1,58 t/t*** papira, što predstavlja uštedu ***od 7,9%.*** Ako se ovome doda da su ukupni *zastoji* u februaru 2018. bili 103 h, a u decembru 2017. godine svega 46 h, može se konstatovati da je ova ušteda i znatno veća. Isto tako, ne manje značajno je da je ***ova ušteda ostvarena bez rekuperacije toplote***, a ugovorom je garantovana ušteda od 4,5% rekonstrukcijom partije presa i rekuperacijom toplote.

Povećanje mehaničkih osobina papira:

Iz literaturnih i eksperimentalnih podataka i iskustava ***dokazano je*** da se sve mehaničke osobine ambalažnih papira ***povećavaju, od 5 do 15%***, povećanjem linijskog pritiska Jambo prese na linijski pritisak od 300 kN/m, što se potvrdilo i u FHB, kao što se vidi iz tabele 1. u kojoj su prikazane ***uporedne vrednosti*** pararametara mehaničkih osobina papira iz decembra 2017. i februara 2018. godine.

Tabela 1. Uporedne vrednosti pararametara mehaničkih osobina papira iz decembra 2017. i februara 2018. godine (pre i nakon rekonstrukcije)

KVALITET	GRAMATURA	KIDANJE DECEMBAR	KIDANJE FEBRUAR	RAZLIKA %	MULEN DECEMBAR	MULEN FEBRUAR	RAZLIKA %	SCT DECEMBAR	SCT FEBRUAR	RAZLIKA %	CMT DECEMBAR	CMT FEBRUAR	RAZLIKA %
Testlajner	100	5741	6.125	**6,7**	287	303,6	**5,8**	1,53	1,62	**5,9**			
Testlajner	110	5809	6.140	**5,7**	310	341,4	**10,1**	1,73	1,77	**2,3**			
Testlajner	120	5706	6.101	**6,9**	326	346,5	**6,3**	1,86	1,88	**1,1**			
Testlajner	125	5628	5.857	**4,1**	350	353	**0,9**	1,93	1,94	**0,5**			
Testlajner	130	5784	5.992	**3,6**	354	368	**4,0**	2,05	2,09	**2,0**			
Testlajner	140	5733	6.188	**7,9**	378	416	**10,1**	2,26	2,28	**0,9**			
Testlajner	200	5000	5.122	**2,4**	509	532,3	**4,6**	3,20	3,24	**1,3**			
PROSEK				**5,3**	***PROSEK***		**5,9**	***PROSEK***		**2,0**			
Fluting	100	5928	6.452	**8,8**				1,64	1,74	**6,1**	167	180	**7,7**
Fluting	110	5550	6.850	**23,4**				1,74	1,80	**3,4**	187	203	**8,6**
Fluting	120	5734	6.137	**7,0**				1,98	2,00	**1,0**	214	220	**2,6**
Fluting	125	5837	5.775	**-1,1**				2,09	2,14	**2,4**	218	221	**1,4**
PROSEK				**9,6**				***PROSEK***		**3,2**	***PROSEK***		**5,1**
Šrenc	90	4859	5.425	**11,6**	215	208	**-3,3**						
Šrenc	100	4976	5.339	**7,3**	251	267,9	**6,7**						
Šrenc	110	4871	5.480	**12,5**	259	261,1	**0,8**						
Šrenc	120	4562	5.560	**21,9**	273	292	**7,0**						
Šrenc	180	4657	4.854	**4,2**	403	401	**-0,5**						
Šrenc	230	5300	4.886	**-7,8**	511	522,3	**2,2**						

Iz tabele se vidi da u februaru u odnosu na decembar ***imamo povećanje*** vrednosti mehaničkih osobina i ***to u proseku za***:

Testlajner:	***Fluting:***	***Šrenc:***
Mulen 5,9%	Dužina kidanja 9,6%	Dužina kidanja 8,3%
Dužina kidanja 5,3%	CMT vrednost 5,1%	Mulen 2,2%
SCT vrednost 2,0%	SCT vrednost 3,2%	

Profil gramature i vlage:

- Ne vidi se značajna razlika, iz razloga što je u ***prvoj polovini februara FHB imala nestabilnu proizvodnju***, a što je imalo uticaj na odstupanja kvaliteta profila gramature i vlage;
- U periodu stabilizacije proizvodnje (druga polovina februara), primetno je poboljšanje kvaliteta profila gramature i vlage;
- Za detaljnu analizu profila ***pre i posle rekonstrukcije potreban je duži period*** u uslovima ***stabilne proizvodnje*** na papir mašini", Tatjana Mladenović, dir. kvaliteta u FHB.

Činjenica je da je, od polovine marta meseca, ***vrednosti CMT*** kod proizvodnje ***flutinga gramature ispod 100 g/m^2, ne zadovoljavaju*** standarde i u toku su zajednička istraživanja ***u pronalaženju uzroka i rešavanju istih.***

ZAKLJUČCI:

Po svim napred navedenim parametrima ***ostvarene su garancije date ugovorom***, odnosno, ***garancije su prebačene za:***

1. ***Kapacitet: 26,7%*** (garantovano 120.000 ostvareno 151.167 t/god.);
2. ***Ušteda u toplotnoj energiji: 56,9%*** (garantovano 4,5 ostvareno 7,9%);
3. ***Povećanje kvaliteta papira:*** nisu date garancije, ali je ostvareno povećanje, ***prosek od 5,2%.***

Ako se ovome doda da ***rekuperacija toplote nije realizovana***, onda su ostvareni rezultati ***izuzetni***.

Da bi se dobila ***realna slika tehničko-tehnološkog razvoja PM 4 FHB od privatizacije 2008. do 2018***. godine, neophodno je ***hronološki navesti sve investicione poduhvate*** u tom periodu i prikazati ***ostvarene efekte tih investicija*** u proizvodnji, kao i u tehničkim normativima.

Ovo je nužno istaći ***da se pogrešno ne shvati*** da su ostvareni efekti ***posledica samo rekonstrukcije partije presa***, nego su zajednički ***rezultat rekonstrukcija provedenih na čitavoj PM***, uključujući i sušnu partiju.

U navedenom periodu, ***glavne rekonstukcije*** su izvršene na sledećem:

1. Rekonstrukcija ***partije presa***, ***I faza***, po projektu iz 2011. (kapacitet sa ***30.000 na 75.000 t/god***.)
2. Rekonstrukcija ***parno-kondeznog sistema i visoko-učinske haube*** po projektu 2015. (povećanje kapaciteta sa ***75.000 na 100.000 t/god***.)
3. Rekonstrukcija ***presa, II faza***, provedena u januaru 2018. godine (sa ***100.000 na 120.000 t/god***.)

Ove ***tri rekonstrukcije*** su ***smanjile*** specifičnu potrošnju ***energenata*** kako sledi:

- vodena para: 3,5 t/t na 1,50 t/t
- električana energija: 1.400 kwh/t na 480 kwh/t
- stari papir:1,35 t/t na 1,13 t/t
- voda: 75 m^3/t na 20 m^3/t.

Ovi podaci ***su nagrada za Fabriku hartije*** za sve ono što su uložili, i novac i znanje, a i podstrek za još značajne modernizacije, ideje i inovacije na polju štednje energije i smanjenja troškova proizvodnje.

Na kraju, možemo zaključiti da je FHB do sada mnogo toga uradila i ***za kratko vreme postala lider na ovim prostorima***. Čestitke na postignutom!

Literatura:

1. *Krgović, M.:* ***Projekat rekonstrukcije PM 4 Fabrike hartije BEOGRAD za povećanje kapaciteta sa 100.000 na 120.000 tona godišnje, neto, ambalažnih papira****, Centar CPAG-Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2017.*
2. *Krgović, M.:* ***Projekat izvedenog stanja PKS sa visokoučinskom haubom i ventilacijom PM4 FHB za 100.000t/god., neto****, Centar CPAG-Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2016. god.*

3. *Krgović, M.:* ***Projekat rekonstrukcije parno-kondeznog sistema Fabrike Hartije BEOGRAD za kapacitet 100.000t/god,****, Centar CPAG-Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2015. god.*
4. *Krgović, M.:* ***Projekat rekonstrukcije sušne partije Fabrike Hartije BEOGRAD za kapacitet 120.000t/god,****, Centar CPAG-Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2014. god.*
5. *Krgović, M.:* ***GLAVNI PROJEKAT I: Rekonstrukcije PM4 Fabrike Hartije BEOGRAD****, Centar CPAG-Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2010. god.*
6. *Krgović, M.:* ***GLAVNI PROJEKAT II: Rekonstrukcije PM4 Fabrike Hartije BEOGRAD,*** *Centar CPAG-Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2011. god.*
7. *Ivanović, M.: P****rojekat rekonstrukcija PKS-a sa elementima automatske kontrole procesa (predlog investicije FHB),*** *Fabrika hartije Beograd, 2006. god.*
8. *Jovanović, S., Krgović, M.:* ***Pomoćna sredstva u proizvodnji papira****, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2010. god.*
9. *Kaapa, O.:* ***Der Auslaufeinkel, die Sattigung und die Rolle der Pressenfilze in der Tri NIP-Pressenpartie,*** *Wochenblatt fur Papierfabrikation, s.180,* ***3****(2010)*
10. *Hain, T., Muller, M.:* ***Nachhaltigkeit als Schlussel fur eine effiziente und wirtschaftliche Papier-und Kartonerzezgung,*** *Wochenblatt fur Papierfabrikation, s.38,* ***1****(2011)*
11. *Kersten, A., Hamm, U., Putz, H. J., Schabel, S.:* ***Zur Diskussion um die Migration von Mineralol in Lebensmittel und das Altpapier – Recycling,*** *Wochenblatt fur Papierfabrikation, s.14,* ***1****(2011)*
12. *Maier, J.:* ***Optimierung von Qualitat und Wirtschaftlichkeit durch innovative Konstanttteile****, Wochenblatt fur Papierfabrikation, s.107,* ***2****(2011)*
13. ***Challenges of a successful large-scale investment****, Voith Paper TWOGETER, No.* ***29****, 2009*
14. *Kohl, C., Zettel, M.:* ***Kosteneinsparung durch Erhohung des Fullstoffgehaltes bei Streichrohpapier****, Wochenblatt fur Papierfabrikation, s.1016,* ***12****(2010)*
15. *Menke, L.:* ***Statt Entsorgung Energie eryeugen****, Voith Paper TWOGETER, No.* ***28****, 2009*
16. *Lotti,H., Sieber, A.:* ***Software optimiert Fahweise in DIP – Anlagen****, Wochenblatt fur Papierfabrikation, s.156,* ***3****(2011)*

Presenting author:
Prof. dr Milorad Krgović, dipl. ing.,
Tehnološko – metalurški fakultet, Centar za celulozu, papir, ambalažu i grafiku, CPA&G
Karnegijeva 4, Beograd, Srbija
Mobil:+ 381 60 386 4806
e-mail: m.krgovic@gmail.com

EFEKTI UGRADNJE HARD NIP KALANDERA

EFFECTS OF INSTALLING THE HARD NIP CALENDER

Staniša Lukić, Rade Krsmanović, Saša Dobrić
Umka D.O.O. Fabrika Kartona, Beograd, Srbija

Izvod

Umka d.o.o. Fabrika Kartona 2017. godine započinje novi investicioni ciklus sa krajnjim ciljem unapređenja kvaliteta gotovog proizvoda, povećanja proizvodnih kapaciteta, uz istovremenu optimizaciju troškova proizvodnje. Jedno od najznačajnijih ulaganja koje treba da doprinese svemu navedenom je ugradnja novog hard nip kalandera u sektoru karton mašine – investicija koja je realizovana u avgustu 2017. godine. U radu je opisan tok realizacije projekta, analize i probe koje su rađene nakon puštanja uređaja u rad, dobijeni benefiti, kao i budući planovi koji su u direktnoj vezi sa ovom investicijom.

Ključne reči: *karton, investicije, kalander, glatkoća, kapacitet proizvodnje*

Abstract

In 2017. Umka Cardboard Mill started new investment cycle that leads to improvement of the quality of final product, increase of production capacities, along production costs optimization. One of the most important investment to accomplish this is installation of new hard nip calender on board machine – investment realized in August 2017. This paper elaborates the project flow, analysis and trials that were done after commissioning, benefits and future plans related to this investment.

Key words: *cardboard, investment, calender, smoothness, production capacity*

1. UVOD

Umka d.o.o. Fabrika Kartona bavi se proizvodnjom hromo kartona (WLC) tri različita kvaliteta – UMKA COLOR (GD2[1]), UMKA PAK (GD3) i UMKA SPECIAL (GT2) u gramaturama između 230 g/m^2 i 500 g/m^2 u zavisnosti od želje kupaca. Kao ulazna sirovina pri proizvodnji koristi se otpadni papir različitih klasa koje određuju njegovu strukturu i kvalitet. Proizvedeni karton svoju široku primenu nalazi u izradi ambalažnih kutija za potrebe konditorske, prehrambene, farmaceutske, elektro, mašinske i drugih industrija na domaćem i preko trideset inostranih tržišta.

Poslednjih godina uložena su značajna sredstva zahvaljujući kojim je kapacitet proizvodnje gotovo udvostručen, poboljšan kvalitet završnog proizvoda, dok su istovremeno ostvarene bitne uštede u potrošnji energije. Godine 2017. Fabrika Kartona Umka ulazi u novi investicioni ciklus koji započinje instalacijom automatske linije za pakovanje paleta, zatim puštanjem u rad Deinking flotacione jedinice i Kalandera, a nastavlja u tekućoj godini izgradnjom nove proizvodne hale u sektoru dorade i pakovanja gde je instaliran novi, peti, poprečni rezač. Uz to 2018. godine očekuju se nove investicije zahvaljujući kojim će kapacitet karton mašine biti dodatno uvećan i to rekontrukcijom partije presa i sušnih grupa. Prethodnu godinu Fabrika Kartona Umka završila je sa proizvodnjom od 112.000 t, dok je plan za 2018. godinu 115.000 t. Poređenja radi 2006. godine ostvarena je proizvodnja od 62.000 t.

Kako bi se ostalo u trci sa najznačajnijim evropskim proizvođačima u oblasti hromo kartona uz sve zahtevnije tržište, pri povećanju kapaciteta proizvodnje poseban akcenat investicijama pridat je kvalitetu završnog proizvoda. Dok se kapacitet iz godine u godinu povećava teži se poboljšanju kvaliteta na način da zadovolji potrebe kupaca najzahtevnijih tržišta. Jedno od ulaganja koje je istovremeno doprinelo povećanju kapaciteta i poboljšanju kvaliteta proizvoda je ugradnja Kalandera na karton mašini u avgustu mesecu 2017. godine.

[1] Internacionalna oznaka

2. PROJEKAT UGRADNJE KALANDERA

Proces kalandriranja podrazumeva modifikaciju površinskih karakteristika kartona bitnih za njegovo dalje korišćenje pri štampanju. Parametri koji su u tom smislu veoma važni odnose se na glatkoću i sjaj kartona, dok kalander veliki uticaj ima i na gustinu tj. debljinu kartonske trake. Do 2017. godine neophodna glatkoća osnovnog[2] kartona na karton mašini Fabrike Kartona Umka dobijana je kombinovanim dejstvom Glet cilindra (Yankee) i Nemačke prese (slika 1) i sa druge strane upotrebnom starog hard nip kalandera (slika 2) nakon procesa sušenja. Na ovaj način dvostrukim glačanjem dobijane su zadovoljavajuće vrednosti glatkoće osnovnog, a posledično i završnog kartona. Međutim daljim ubrzanjem karton mašine tj. kraćim zadržavanjem kartonske trake u nipu[3] Glet cilindra-Nemačke prese i nipu kalandera ostvarivanje parametra glatkoće kartona postajalo je sve teže i činilo je ograničavajući faktor za dalje povećanje kapaciteta proizvodnje. Zbog svega navedenog pokrenut je projekat nabavke novog, modernog kalandera sa boljim i efektivnijim dejstvom.

Slika 1: Glet cilindar

Slika 2: Izgled starog kalandera

Rezultati koji su dobijeni analizama rađenim tokom 2016. godine na našem kartonu u pilot postrojenjima renomiranih evropskih kompanija ANDRITZ i VOITH bili su takvi da su u potpunosti opravdavali ulaganja u ovakav tip uređaja. U skladu sa dobijenim probnim rezultatima i potrebama proizvodnje, a nakon pregovora sa više kompanija odlučeno je da se investira u tzv. ***TurboCal Hard*** kalander nemačke kompanije Bellmer GapCon.

2.1 Karakteristike kalandera

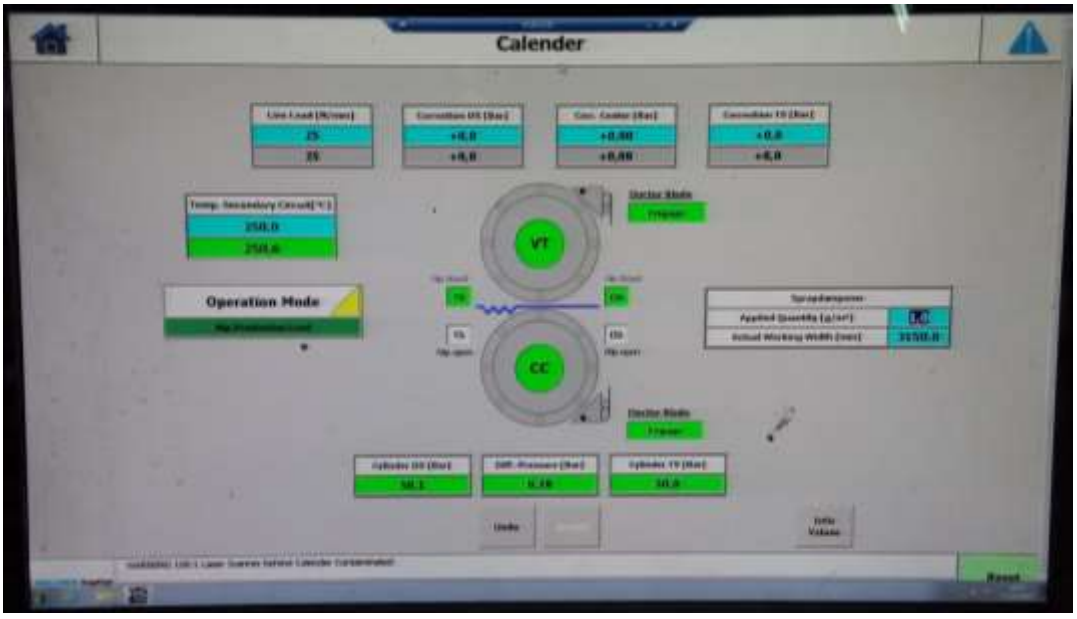
TurboCal Hard predstavlja tzv. *hard nip* tip kalandera koji se sastoji iz dva čelična valjka između kojih prolazi kartonska traka (slika 3). Pritisak u nipu između valjaka je podesiv i može se kretati u opsegu 10 – 120 kN/m i to pomoću eksternih hidrauličkih cilindara na donjem valjku dok je gornji valjak fiksiran. Pored toga moguće je zasebno pedešavati pritisake na ivicama valjaka i njihovoj sredini (plivajući donji valjak) čime se reguliše profil kartonske trake. Bitna karakteristika kalandera je da se gornji valjak koji je u kontaktu sa gornjim slojem kartona greje termalnim uljem do temperature od 230°C [1] čime se poboljšava efekat glačanja.

[2] Nepremazani karton

[3] Nip – mesto susreta dva valjka

Slika 3: Gornji i donji valjak novog kalandera

Kalander odlikuje veoma jednostavno upravljanje i pregledan interfejs koji operaterima olakšava manipulaciju čitavim procesom (slika 4). Sam dizajn kalandera omogućava nadogradnju na tzv. *belt* kalander koji se koristi pri većim brzinama karton mašine gde daje vrlo dobre rezultate glatkoće uz mali uticaj na voluminoznost kartona.



Slika 4: Upravljačka stanica kalandera

Pored samog kalandera projektom je obuhvaćena u ugradnja tzv. raspršivača na poziciji neposredno pre kalandera gde se pomoću 132 fine dizne (slika 5) nanosi voda u kombinaciji sa vazduhom na gornji (štampani) sloj kartona čime se omekšavaju papirna vlakna i čine podobnijim za glačanje. Nanos vode kreće se u opsegu 2-5 g/m^2 kartonske trake. Istovremeno je ugrađen i sistem za automatsko sprovođenje trake (slika 6) na poziciji između poslednje sušne grupe i kalandera čime je olakšan proces sprovođenja što posebno dolazi do izražaja ubrzavanjem karton mašine. Dobavljač oba uređaja takođe je bio Bellmer GapCon.

Slika 5: Dizne na raspršivaču

Slika 6: Sistem za sprovođenje trake

2.2 Tok ugradnje kalandera

Uz veoma dobru prethodnu pripremu, demontaža postojećeg, ugradnja novog kalandera kao i njegovo puštanje u rad izvršeno je tokom petodevnog planskog zastoja u avgustu 2017. godine. Prvog dana je najpre izvršena demontaža starog kalandera (slika 7) nakon čega se pristupilo ugradnji novog (slike 8 i 9). Čitav posao vodili su naši inženjeri sa operaterima uz superviziju predstavnika kompanije *Bellmer*. Ugradnja i inicijalno puštanje u rad kalandera, raspršivača i uređaja za automatsko sprovođenje trake obavljeno je za ukupno četiri dana uz kontinualan rad. Prilikom ugradnje i puštanja posebna pažnja posvećena je bezbednosti operatera koji rade u oblasti kalandera gde je čitav prostor ograđen zaštitnim ogradam i gde nije moguće pristupiti dok su valjci u pokretu.

Slika 7: Demontaža starog kalandera

Slika 8: Ugradnja novog kalandera

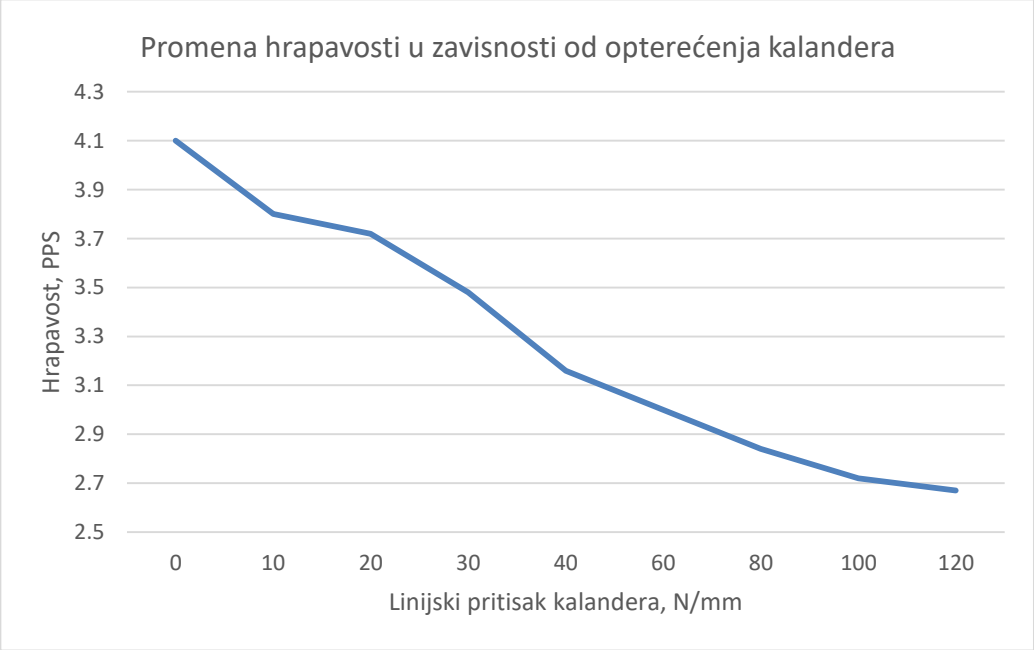
2.3 Rezultati dobijeni ugradnjom hard nip kalandera

Nakon puštanja u rad vršene su analize i probe različitih opterećenja u nipu, različitih temperatura gornjeg valjka kao i nanosa vode na gornji sloj kartona raspršivačem. Istovremeno postepeno je smanjivan

pritisak Nemačke prese na Glet cilindru da bi nakon dva meseca od ugradnje novog kalandera presa bila potpuno rasterećena. Od oktobra 2017. do danas glatkoću osnovnog kartona dobijamo isključivo dejstvom novog kalandera dok Glet cilindar ima ulogu običnog sušnog cilindra.

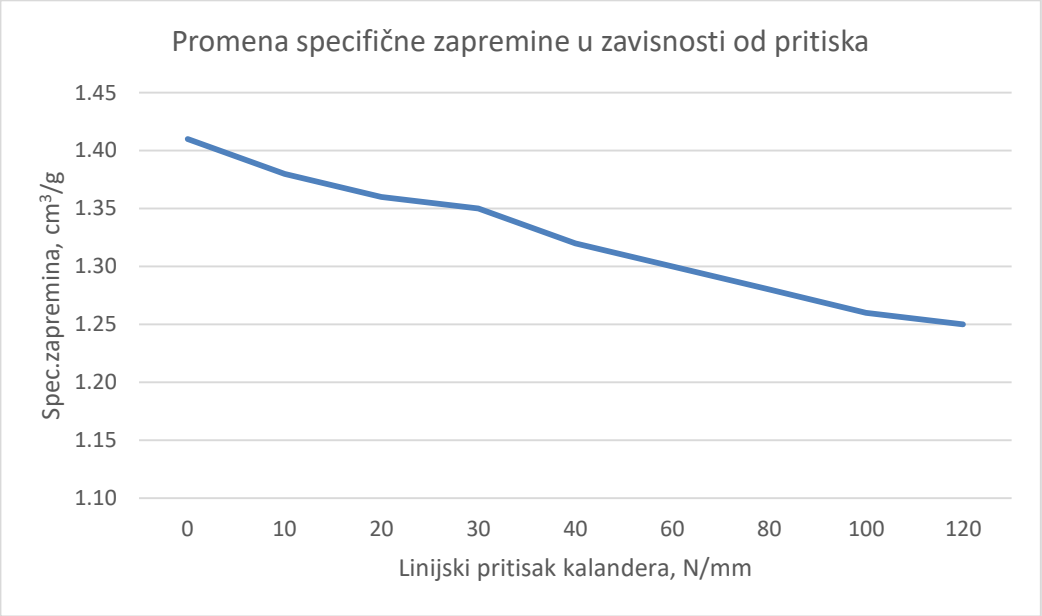
Slika 9: Izgled novog kalandera

Prilikom proba praćeni su neki od osnovnih parametara kvaliteta kartona na koji različita opterećenja i temperature mogu imati pozitivan ili negativan uticaj – glatkoću, debljinu, krutost, specifičnu zapreminu[4]. Rezultati su dokazali da se povećavanjem pritiska između valjaka kalandera dobija bolja glatkoća, ali je istovremeno potrebno naći balans i ne ugroziti debljinu i krutost završnog proizvoda. Upravo zagrevana površina gornjeg valjka kao i raspršivač neposredno pre kalandera doprinose da se pri nižim opterećenjima u nipu postižu odlični rezultati glatkoće bez prevelikog uticaja na debljinu i mehaničke karakteristike kartona (krutost). Na slikama 10. i 11. prikazani su rezultati hrapavosti i specifične zapremine kartona pri izradi UMKA COLOR kartona gramature 230 g/m^2. Merenja su vršena pri radu Nemačke prese tj. Glet cilindra.



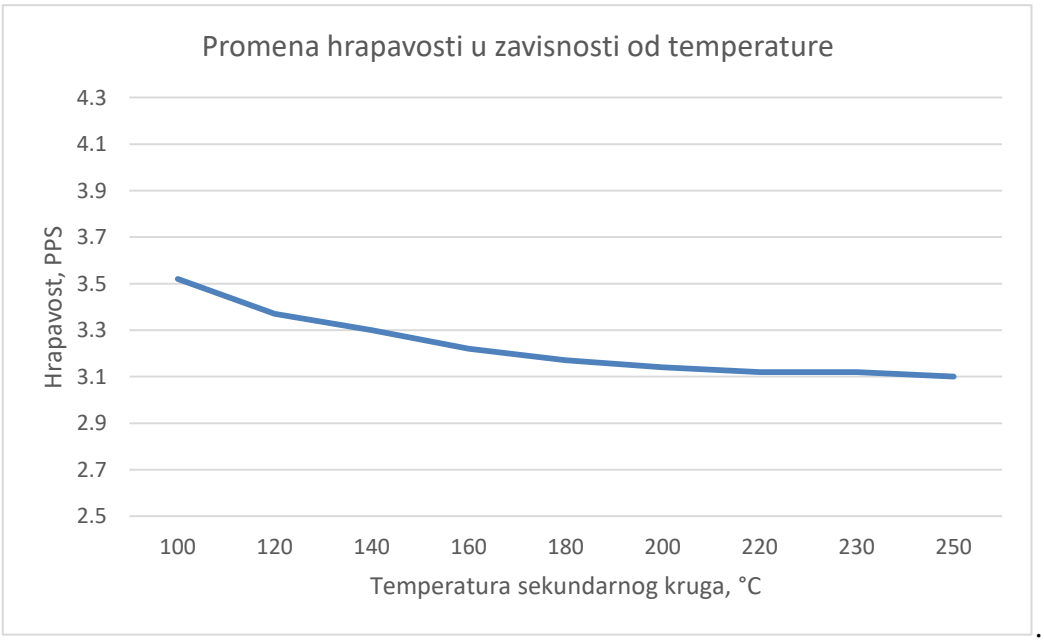
Slika 10: Uticaj opterećenja između valjaka kalandera na hrapavost završnog proizvoda

[4] Odnos debljine i gramature kartona

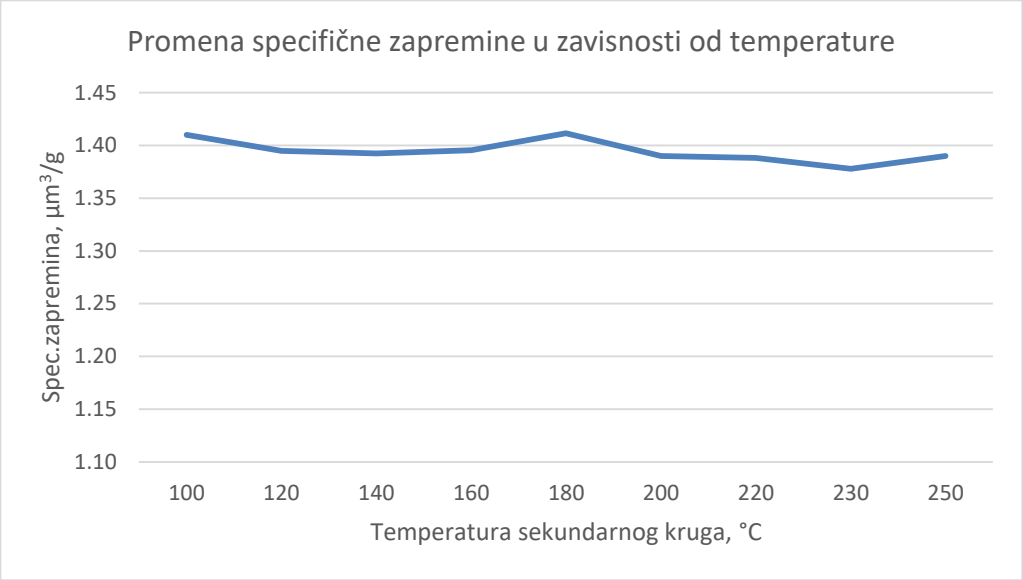


Slika 11: Uticaj opterećenja između valjaka kalandera na specifičnu zapreminu kartona (bulk)

Na slikama 12 i 13. prikazani su rezultati hrapavosti i specifične zapremine završnog kartona pri različitim vrednostima temperature gornjeg valjka kalandera, a istom linijoskom opterećenju. Rezultati su pokazali da povećanje temperature pozitivno utiče na vrednosti glatkoće dok istovremeno nema negativan uticaj na specifičnu zapreminu kartona.

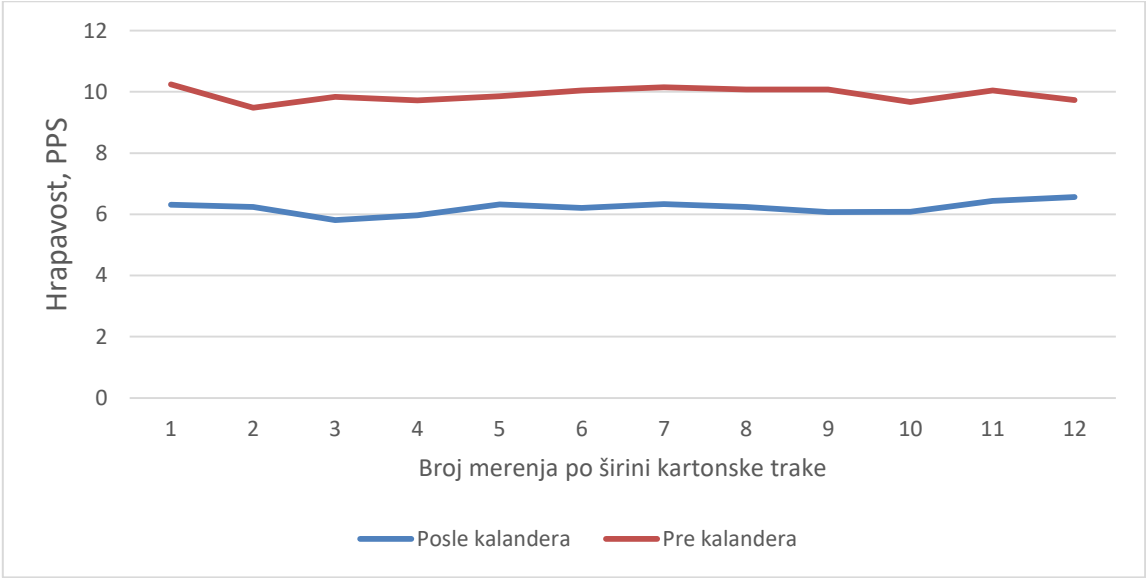


Slika 12: Uticaj temperature gornjeg valjka na hrapavost završnog proizvoda



Slika 13: Uticaj temperature gornjeg valjka na specifičnu zapreminu kartona (bulk)

Uvidevši da je moguć rad bez Nemačke prese tj. Glet cilindra usvojene su nove vrednosti opterećenja na kalanderu pa se tako radni pritisak kreće u opsegu 20 – 40 N/mm u zavisnosti od gramatura kartona koji se proizvodi. S obzirom da je najviša temperatura gornjeg valjka dala najbolje rezultate po pitanju glatkoće njena vrednost je 250°C, dok je nanos vode na gornji sloj kartona pomoću raspršivača 2 – 3 g/m^2. Na slici 13. prikazane su vrednosti glatkoće osnovnog (nepremazanog) kartona pre i nakon glačanja na kalanderu, pri konstantnom pritisku, temperaturi, nanosu vode i bez rada Glet cilindra pri izradi UMKA COLOR kartona gramature 450 g/m^2. Kao što je prikazano prosečne vrednosti osnovnog kartona pre kalandera iznose 10,0 PPS, dok se nakon kalandriranja kreću oko 6,0 PPS. Prosečna vrednost specifične zapremine kartona u ovom slučaju pre kalandera iznosi 1,46 cm^3/g dok je nakon kalandera 1,35 cm^3/g.



Slika 14: Vrednosti glatkoće osnovnog kartona pre i posle kalandriranja

Kao direktna posledica ugradnje novog kalandera kapacitet proizvodnje je uvećan cca 10 % usvajanjem novih propisanih brzina karton mašine najvećim delom na srednjim i visokom gramaturama. Uz to činjenica da je moguće dobijanje odgovarajuće glatkoće bez Glet cilindra ima za posledicu ovogodišnju rekontrukciju sušnih grupa koja podrzumeva uklanjanje Nemačke prese i Glet cilindra umesto kojih će biti instalirano 12 sušnih cilindara. Na ovaj način biće povećan kapacitet sušenja kartonske trake za oko 20 %, odnosno kapacitet karton mašine na najproduktivnijim gramaturama na kojima je trenutno dostignut maksimum po pitanju sušenja. Nakon rekontrukcije projektovani kapacitet karton mašine iznosi preko 130.000 t godišnje.

3. ZAKLJUČAK

Tokom 2017. i 2018. godine u Fabrici Kartona Umka investirana su značajna sredstva sa ciljem povećanja kvaliteta uz istovremeno poboljšanje kvaliteta gotovog proizvoda. Jedno od značajnijih ulaganja kako po pitanju izvojenih sredstava tako i po postignutim benefitima svakako je ugradnja novog hard nip kalandera (sa raspršivačem i sistemom za sprovođenje trake) u sektoru karton mašine između sušne i partije premaza. Ova investicija pre svega je doprinela poboljšanju površinskih karakteristika gornjeg, štampanog, sloja kartona što ubuduće neće biti ograničavajući faktor za povećanje kapaciteta proizvodnje. Takođe, otvorila je put rekontrukciji koja se očekuje u oktobru ove godine u kojoj će Glet cilindar biti uklonjen a umesto njega instalirano 12 sušnih cilindara što je preduslov daljem povećanju kapaciteta. Ovom i istovremenom rekontrukcijom partije presa očekivani obim proizvodnje za 2019. godinu iznosi preko 130.000 t.

4. Literatura

[1] Tehnička Dokumentacija proizvođača Bellmer GapCon http://www.gapcon.com/

Corresponding author:
Saša Dobrić M.Sc, inženjer proizvodnje
Umka d.o.o. Fabrika Kartona
13 Oktobar br. 1, 11260 Umka
sasa.dobric@umka.rs

PULP AND PAPER TECHNOLOGY APPLICATIONS

APLIKACIJE U TEHNOLOGIJI CELULOZE I PAPIRA

Vassil Valtchev, Matteo Scattolin
Veolia Water Technologies, Milano, Italy

Creating Water Solutions for the Pulp & Paper Industry

Veolia Water Technologies has been meeting the process water, effluent and sludge treatment requirements of the Pulp & Paper industry since the 1960s and has hundreds of reference sites worldwide.
Veolia is seen as a trusted supplier and as such has long term relationships with many of its clients.

Reliable and optimal solutions

The high flow rates and large volumes of wastewater used in paper mills require optimized solutions. Whatever your project may be, from the construction of a new facility to the upgrading of an existing one, we have the know-how and technologies to fulfill your needs.

Our solutions cover the entire water cycle from production to recycling: raw water treatment, production of boiler feed and process water, black liquor concentration and wastewater and sludge treatment. In addition, we undertake refurbishment and upgrade works.

Our portfolio of innovative solutions and technologies and operational experience mean that we can propose customized solutions which comply with stringent quality and safety standards. More generally, Veolia Water Technologies provides well designed, state-of-the-art facilities which are compliant with existing regulations while reducing and controlling costs related to water cycle management.

Protecting the environment

Protecting natural resources and limiting the impact of its activities on the environment are essential for the Pulp & Paper industry. Veolia Water Technologies accompanies each client in this process and constantly improves their environmental performance by implementing solutions that reduce water and energy consumption.

We continually innovate to meet the evolving regulatory standards and the energy and water savings needs of the Pulp and Paper industry.

Engineering Value for Pulp & Paper Clients

1 INFLUENT WATER

Optimize influent water usage, thus improving plant efficiency and safe-guarding its licence to operate.

- Dissolved Air Flotation,
- Clarification (Actiflo®/ Multiflo™),
- Sand filters / other media filtration
- Discfilters (Hydrotech®)

2 BOILER FEED WATER

Optimize energy produced per unit of fuel while avoiding power outages and ensuring plant uptime.

Boiler Feed:
- Reverse osmosis (Sirion™)
- CEDI
- Mixed beds
- Ion exchange resins

Condensate Polishing:
- Mixed beds with regeneration system (SeparIX™ for external regeneration.)

Emergency Solutions / Planned Maintenance:
- Mobile water services
- Local service contracts

3 DEBARKING WASH WATER

Reduce water consumption through recycling of the treated wash water.

- Actiflo®/Multiflo™

4 BLACK LIQUOR TREATMENT

Optimize concentration of black liquor to ensure efficient operation of the recovery boiler while delivering a high quality condensate suitable for reuse applications.

Specialized Veolia Entity HPD®:
- Black Liquor Evaporation Systems
- Condensate Stripping & Segregation
- Methanol Rectification & Handling Systems

5 CHLORIDE REMOVAL AND ASHES TREATMENT

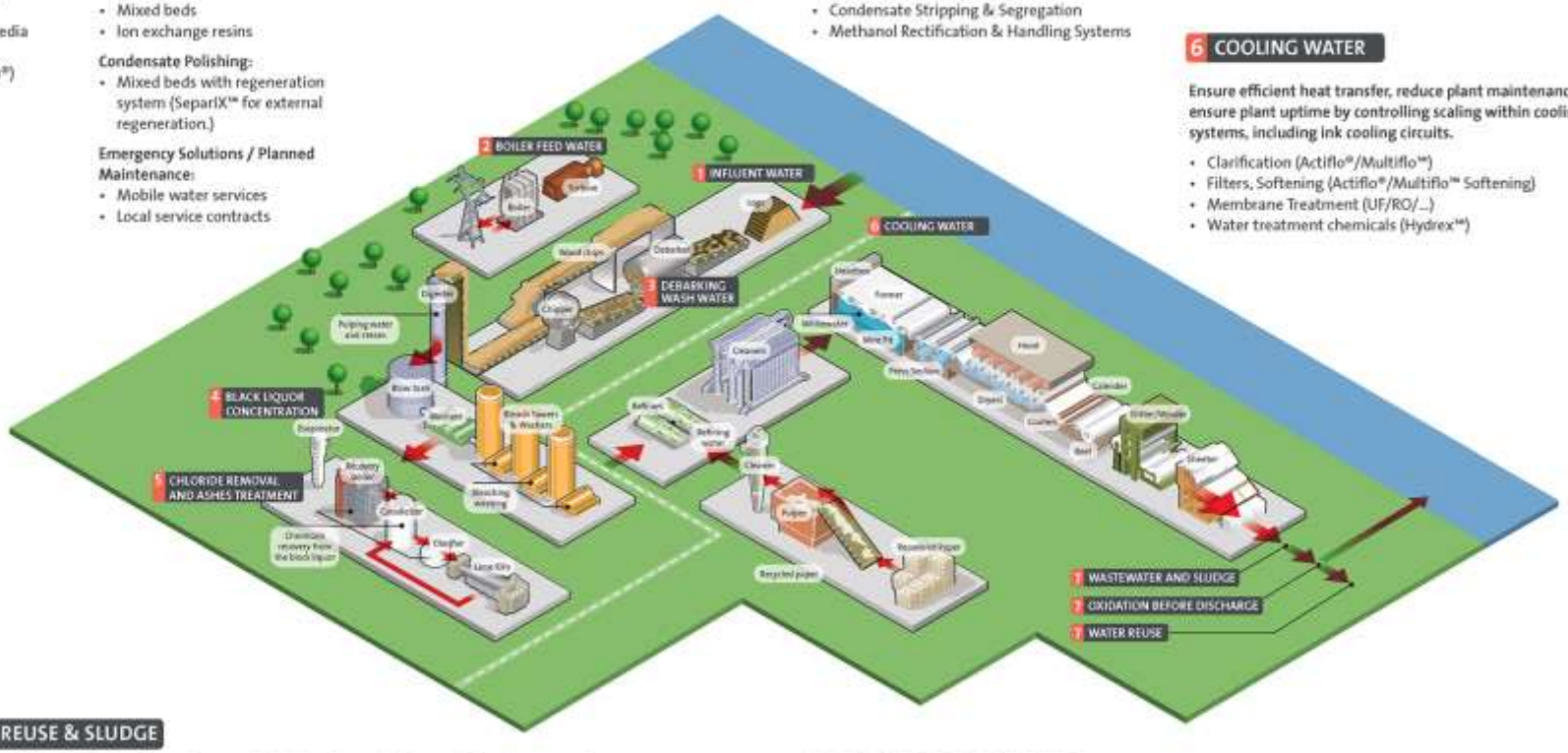
Ensure the efficient operation of the recovery boiler by removing scale forming chloride while reducing costs by recovering chemicals.

Specialized Veolia Entity HPD®:
- Chloride Removal Process (CRP™)

6 COOLING WATER

Ensure efficient heat transfer, reduce plant maintenance and ensure plant uptime by controlling scaling within cooling systems, including ink cooling circuits.

- Clarification (Actiflo®/Multiflo™)
- Filters, Softening (Actiflo®/Multiflo™ Softening)
- Membrane Treatment (UF/RO/...)
- Water treatment chemicals (Hydrex™)



7 WASTEWATER, REUSE & SLUDGE

Reduce water usage by exploring all options for water reuse, including advanced treatments for color removal.

Optimize energy usage by recycling warm water back to the process line and **generating biogas as a fuel** from anaerobic treatment – particularly for **recycled paper plants.**

Reduce sludge volumes and **improve sludge conditioning** to widen reuse/disposal options.

Guarantee the plant's future through **discharge compliance** and **water footprint optimization.**

Specialized Veolia Entity AQUAFLOW®:

Primary treatment:
- Screening
- Equalization
- Primary clarifier (or flotation)
- Biothane® Anaerobic treatment
- Biothane® Aerobic treatment (MBBR or Activated sludge).

Secondary treatment:
- Neutralisation
- Cooling
- Aeration
- Secondary clarifier

Tertiary treatment:
- Coagulation / Flocculation
- Flotation or Separation
- Sludge Management

Oxidation:
- Fenton
- Peroxide
- Ozone

DEUBLIN FSU PARNE GLAVE SA DELTASINT STACIONARNIM SIFONSKIM SISTEMIMA

DEUBLIN FSU STEAM HEAD WITH JOINT/DELTASINT STATIONARY SIPHON SYSTEM

Milan Jevtić
Impex – Technology, Omoljica, SERBIA

AUGMENTED OPERATION AND MAINTENANCE OF PUMPS IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY

POBOLJŠANI RAD I ODRŽAVANJE PUMPI U INDUSTRIJI CELULOZE I PAPIRA

Lukas Wiesegger
ANDRITZ AG Graz, Austria

Abstract

The term "Internet of Things" (IoT) is omnipresent nowadays – not just in the industrial environment. There are numerous socio-ecological demands linked to IoT technologies, especially concerning optimization of performance and cost-efficiency.

ANDRITZ, a globally leading supplier of plants, equipment, and services for the pulp and paper industry, has combined its innovative IoT solutions, which are field-proven in many reference plants, under the technology brand "Metris – Foresee digitally".

One of these IoT innovations provides the pulp and paper industry with specifically enhanced potential for interactive operation and maintenance directly at site. With the implementation of augmented reality glasses, hidden potential can be utilized and overall equipment effectiveness can be improved significantly.

Thus, ANDRITZ is taking pump and mill operations to the next level. By monitoring an intuitive human-machine interface of the control system that is equipped with ground- breaking digital and visual technology, highly efficient workflows make the future calculable and enable proactive action through the analysis of data. Thereby, our IoT technologies become the basis for Internet of People (IoP) solutions by connecting our customers' specialists among each other as well with our experts. This value-adding interrelation results not only in a professional preparation of the collected data improving the plant's performance, but moreover enables our customers to practice successfully applied business intelligence.

Izvod

Izraz "Internet of Things" (IoT, "Internet stvari") je sveprisutan u današnje vreme – ne samo u industrijskom okruženju. Postoje brojni socio-ekonomski zahtevi povezani sa IoT tehnologijama, posebno koji se tiču optimizacije performansi i ekonomičnosti.

ANDRITZ, vodeći svetski dobavljač postrojenja, opreme i usluga za industriju celuloze i papira, kombinovao je svoja inovativna IoT rešenja, koja su dokazana u praksi u mnogim referentnim fabrikama, pod tehnološkim brendom "Metris – Foresee digitally".

Jedno od ovih IoT rešenja daje industriji celuloze i papira posebno unapređen potencijal za interaktivne operacije i održavanje direktno na terenu. Primenom naočari za pojačanu realnost može se iskoristiti skriveni potencijal i značajno unaprediti ukupna efektivnost opreme.

Na taj način ANDRITZ podiže primenu pumpi i mlinova na sledeći nivo. Praćenjem intuitivnog "čovek-mašina" monitora kontrolnog sistema koji je opremljen vrhunskom digitalnom i vizuelnom tehnologijom, visoko efikasni radni tok omogućava da se budućnost proračuna i da se izvede proaktivna akcija na osnovu analize podataka. Time naša IoT tehnologija postaje osnova za Internet of People (IoP, "Internet ljudi") rešenja međusobnim povezivanjem stručnjaka koji rade kod naših klijenata, kao i povezivanjem sa našim stručnjacima. Ova veza sa dodavanjem vrednosti kao rezultat daje ne samo profesionalnu pripremu prikupljenih podataka čime se poboljšavaju performanse postrojenja, već i omogućava našim korisnicima da vežbaju uspešnu promenu poslovnih informacija

The very latest technology innovations at ANDRITZ provide the pulp and paper industry with specifically enhanced potential for interactive operation and maintenance where and when it is needed most. With the implementation of ultramodern devices such as augmented reality glasses, hidden potential can be utilized and overall equipment effectiveness can be improved significantly.

Imagine being responsible for mill maintenance and operation in a demanding modern mill environment, with tough targets on quality, productivity, and sustainability. Augmented reality is a high-tech way of

engaging staff, enabling them to monitor and improve on all those challenges using the AR glasses that are connected to the main control system of the plant. Depending on individually selected features, a wide variety of useful tools can be utilized to carry out crucial alterations and adjustments in less time, with less cost, and with employees fully focused on the task in hand.

The following features are already available in this next generation of digital assistance:

- Documentation – Related material and documentation can be examined quickly and directly at the machine. Operators can access any information needed such as circuit diagrams and operating manuals.
- Equipment Identification – In order to make the most relevant information accessible directly where it is needed, equipment is identified in the whole mill. Virtual signs and identification are placed directly on the equipment concerned.
- Live Values – Real-time information on the device can be accessed at the tap of a finger. Real process information and live values can be checked at once, indicating proper functioning of machines and processes.
- Checklist – In case of malfunctions, operators are assisted with digital checklists in order to resolve the issue without delay.
- 3D Remote Support – Interactive video conferencing functions simplify the maintenance process, making it extremely efficient. Dedicated remote support service teams can not only see the environment view of the operator but can use 3D annotation within the view in order to guide the operator towards solutions of each individual issue.
- Online Spare Part Catalog – A plugin to the ANDRITZ Online Spare Part Catalog enables direct placements of parts to go into the shopping cart, which will be handled immediately by ANDRITZ for submission of sales quotations.
- 3D Simulation – Digital features such as 3D animations are a bonus when providing assistance and training. Futuristic hologram models of maintenance processes placed in the operator's line of vision just above the real equipment enhance the training effect and acceptance by the operator, while also shortening any downtime needed.
- Work Archiving – In case of several shifts, operators can record and save videos of important steps of procedure for their co-workers or for knowledge management.

CONCLUSION

With its new digital technologies such as the Metris Augmented Reality Glasses, ANDRITZ is taking mill operations to the next level. By monitoring an intuitive human- machine interface of the control system that is equipped with groundbreaking digital and visual technology, highly efficient workflows make the future calculable and enable proactive action through the analysis of data.

Thereby, our IoT technologies become the basis for Internet of People (IoP) solutions by connecting our customers' specialists among each other as well with our experts. This value-adding interrelation results not only in a professional preparation of the collected data improving the plant's performance, but moreover enables an optimized and cost-efficient performance as well as our customers to practice successfully applied business intelligence.

Figure 1. ANDRITZ Metris Augmented Reality Glasses take mill operations to the next level.

UNAPREĐENJE POSLOVNIH PROCESA U INDUSTRIJI PAPIRA, GRAFIKE I AMBALAŽE PUTEM IZVODJENJA KPI, SA POSEBNIM FOKUSOM NA PRODAJU

BUSINESS PROCESS IMPROVEMENT IN IN THE PAPER, GRAPHICS AND PACKAGING INDUSTRY BY PERFORMING KPI, WITH A SPECIAL FOCUS ON SALE

Biljana Lazarević, Veljko Davidović
Casa Forte, konsultantska kompanija Casa Forte, Beograd, Srbija

Izvod

Primena Du Pont analize omogućava donošenje efikasnih finansijskih odluka, što i jeste ključna kararteristika i suština uspešnog procesnog pristupa jer on zagovara integraciju organizacionih delova, ciljeva, planova i aktivnosti, tzv. holistički pristup, svest o celoj organizaciji. Stoga se i svi procesi u okviru organizacije mogu posmatrati kao deo mreže međuzavisnih procesa, gde svaki proces ima svoju ulogu, meru efikanosti prikazanu kroz KPI i proizveden efekat, odnosno profit i ROI. Praksa je pokazala da sve napred navedeno ima izuzetnu primenu u industriji papira, grafike i ambalaže.

Ključne reči: *proces, KPI, Du Pont, ROI, efikasnost, štampa, drvo, papir, grafika, ambalaža*

Abstract

Application of Du Pont analysis enables making effective financial decisions, which is the key point and the essence of a successful process approach because it advocates the integration of organizational units, goals, plans and activities, so-called. holistic approach, awareness of the whole organization. Therefore, all processes within the organization can be seen as part of a network of interdependent processes, where each process has its role, a measure of efficiency shown through KPI and produced effect, in other words, profit and ROI. Practice has shown that all the foregoing has excellent application in the paper graphics and the packaging industry.

Keywords: *process, KPI, Du Pont, ROI, efficiency,printing, wood, paper, graphics, packaging*

1. UVOD

Google nudi 360,000,000 rezultata na upit "Business Process Management". Proces se može definisati kao strukturirani niz aktivnosti koje pokreće određeni događaj (ili više njih), a čiji je zadatak ostvarivanje određenog cilja.[1] Poslovni proces kroz skup uzajamno povezanih ili međusobno delujućih aktivnosti vrši transformaciju ulaza u izlaze i dovodi do rešavanja problema, koje rezultira poboljšanju kvaliteta izlaza. Osnovni cilj svakog poslovnog procesa je da stvori vrednost za korisnika. Na primer, obradom drveta nastaje celuloza, kao osnov za izradu papira, papir se preradjuje na odredjene formate, prolazi kroz štampariju, a čitalac, kao korisnik, ispred sebe drži knjigu kao vrednost.

Pod procesnim pristupom podrazumeva se sagledavanje sopstvenog poslovanja kroz poslovne procese i upravljanje dinamikom tih procesa. Svi procesi moraju biti prepoznati i označeni. U organizaciji se mora znati ko je odgovoran za svaki proces. Preduzeća moraju stvoriti organizacionu strukturu koja omogućava upravljanje svim procesima. Uspešnost organizacije zavisi od sposobnosti da se procesi identifikuju i mogućnosti da se tim procesima i upravlja. Često je rezultat jednog procesa ulaz u sledeći proces u nizu. Upravljanje uzajamnim delovanjem između procesa naziva se procesnim pristupom. [2]

2. METODOLOGIJA

Sagledavanje poslovnih procesa vezuje se za ISO standardizaciju, ali ne nužno. Načela procesnog pristupa su istaknuta u ISO standardima. Standard ISO 9001 bavi se prihvatanjem procesnog pristupa. Standard propisuje da preduzeće mora uspostaviti, dokumentovati, primenti i održavati sistem upravljanja

kvalitetom i neprekidno poboljšavati njegovu uspešnost. U svakoj organizaciji postoji mreža procesa, koja može biti vrlo složena. Svaki proces ima ulazne elemente i uključuje osobe ili druge resurse. Da bi se raščistili međuodnosi, odgovornosti i ovlašćenja, procesi treba da imaju "vlasnike" odnosno odgovorne osobe za procese.

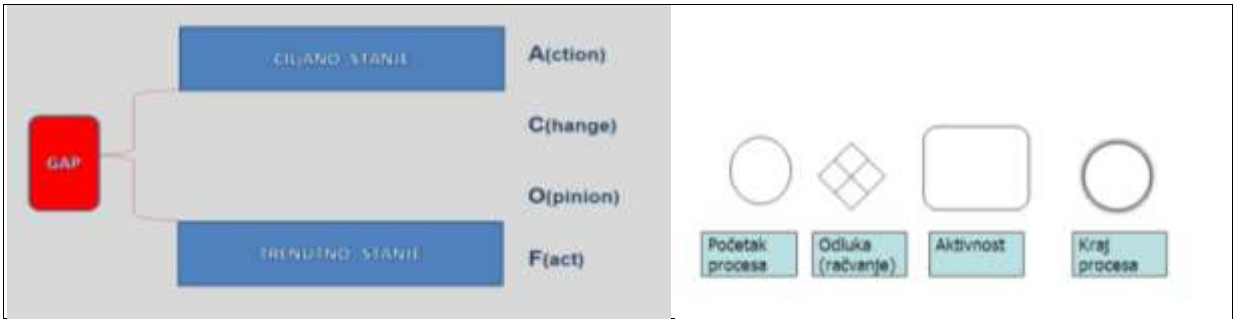
2.1 FOCA metodologija

Poslovni proces je termin koji je ustaljen u današnjoj poslovnoj komunikaciji, što implicira da je većina kompanija usvojila bar nešto od savremene prakse upravljanja poslovnim procesima. Medjutim, sprovedena istraživanja govore da se 85% problema u kompaniji može pripisati neadekvatnom organizovanju i upravljanju procesima, a rešavanje tih problema može dovesti do poboljšanja u kvalitetu izlaza.

FOCA je alat koji sagledavanje procesa u kompaniji vodi kroz četiri osnovna koraka na putu za prevazilaženje raskoraka od trenutne do ciljane situacije.

U prvom F(act) koraku utvrdjuje se činjenično stanje sagledavanjem svih aktivnosti koje jedan proces čine: ulazna vrednost (inicijalna kapisla, nalog za započinjanje zadatka), skup povezanih aktivnosti i izlaz iz procesa; Drugi O(pinion) korak podrazumeva prikupljanje mišljenja o procesu, svih relevantnih učesnika procesa, na različitim nivoima organizacione šeme; Treći, C(hange) korak odnosi se na promene koje su usvojene u cilju optimizacije procesa; Četvri, A(ction) korak znači odredjivanje odgovornih osoba i termin plana koji za cilj ima optimizaciju procesa;

Ovaj alat se najlakše sprovodi na zajedničkom sastanku, iscrtavanjem procesa na flip chartu simbolima za ulaz u proces, aktivnost, izlaz iz procesa i odgovornu osobu.



Ilustracija 1-FOCA alat, prikaz metodologije sagledavanja procesa

Sve je veći broj IT kompanija koje izučavaju ovu temu u cilju automatizovanog prikazivanja izmena u procesu. Cilj je da se procesi pojednostave, smanji broj neophodnih koraka kao i broj dokumenata, razvije automatizovano odlučivanje i rešavanje problema.

Svrha procesnog pristupa je optimiziranje i poboljšavanje poslovnih procesa s ciljem dobijanja što boljeg poslovnog rezultata uz minimalno uložene resurse, što se najbolje prikazuje kroz Du Pontovu formulu.

2.2 Du Pontova formula

Du Pont sistem analize je poznat u praksi finansijskog menadžmenta i koristi se dugi niz godina.[3] Kompanija Du Pont je američki konglomerat osnovan 1802. godine i svoje poslovanje započinje kao proizvodjač baruta. Tokom 20-og veka, Du Pont je razvio mnoge polimere poznate kroz masovnu upotrebu poput najlona, teflona, likre, freona. Du Pont je na kraju 2014. godine bio četvrta najveća svetska kompanija iz oblasti hemijske industrije gledano po tržišnom učešću i osma po rangu sa aspekta poslovnih prihoda.

Ilustracija 21-Logo kompanije Du Pont

Ono po čemu je Du pont poznat u svetu finansija jeste formula koju ova korporacija koristi od 1920 godine i koja se često naziva i Du Pont stablo. Osnovna formula ove metode dovodi u vezu profitnu stopu sa obrtom aktive, a proizvod ove dve veličine daje stopu prinosa na ukupna ili uložena sredstva ili povrat na investiciju (Return on Investment).

U Du Pont sistemu analize svi racio brojevi se posmatraju kao sastavni delovi jedne celine, odnosno posmatraju se u paketu. Cilj je ukazati da se pored analize rezultata prikazanih u Bilansu uspeha, kao predmet

Du Pont analize mora uključiti i Bilans stanja, kao izveštaj koji pokazuje stanje imovine preduzeća, sa aspekta sredstava i njihovih izvora.

Prednost sintetičkog izraza Du Pont metode jeste u tome što ovakav pristup

- omogućava da se ustanovi promena;
- identifikuje uzrok promene;
- promenu posmatra kao rezultat uzajamnog delovanja ili interakcije parcijalnih pokazatelja;

Krajnji rezulat dobijen kroz Du pont analizu bi se mogao ocenjivati i tako što bi se poredio sa prosečnom stopom u privrednoj grani u kojoj preduzeće posluje, sa stopom ostvarenom u preduzeću u prethodnoj godini ili u nizu prethodnih godina, kao i sa planiranom stopom.

3. REZULTATI

3.1 Definisanje zadatka za kompanije

U razvoju malog i srednjeg preduzeća mogu se prepoznati nekoliko faza povezanih sa percepcijom vlasnika o ciljevima, težnjama i uspešnosti poslovanja.

1. U prvom stadijumu razvoja fokus je na prodaji i sve aktivnosti su podredjene prodajnom rezultatu i podizanju prodaje;
2. Sledeći period povezan je sa kalkulacijom zarade i težnjom njenog maksimiziranja kroz podizanje prodajne cene;
3. U trećem razdoblju dolazi se do zaključka da su mogućnosti za prodaju i podizanje zarade na taj način ograničene, te se kreće prvo u smanjene, a zatim i u optimizaciju troškova;
4. Preduzeće je dostiglo zrelu fazu poslovanja, kada vlasnici spoznaju da se maksimalni prinos na sredstva koja su angažovali postiže sveobuhvatnim pristupom prihodovne strane, optimizacije troškova i sagledavanjem izvora i strukture finansiranja;

Primena Du Pont analize omogućava donošenje efikasnih finansijskih odluka, što i jeste ključna kararteristika i suština uspešnog procesnog pristupa jer on zagovara integraciju organizacionih delova, ciljeva, planova i aktivnosti, tzv. holistički pristup, svest o celoj organizaciji.

Holistički pristup upravljanju koji obuhvata sve napore da se sagledavanjem i upravljanjem procesima (analiza, poboljšanje, termin planiranje novih aktivnosti) omogući ostvarivanje strateških ciljeva poslovnog sistema, odnosno optimizacija prinosa na angažovana sredstva.

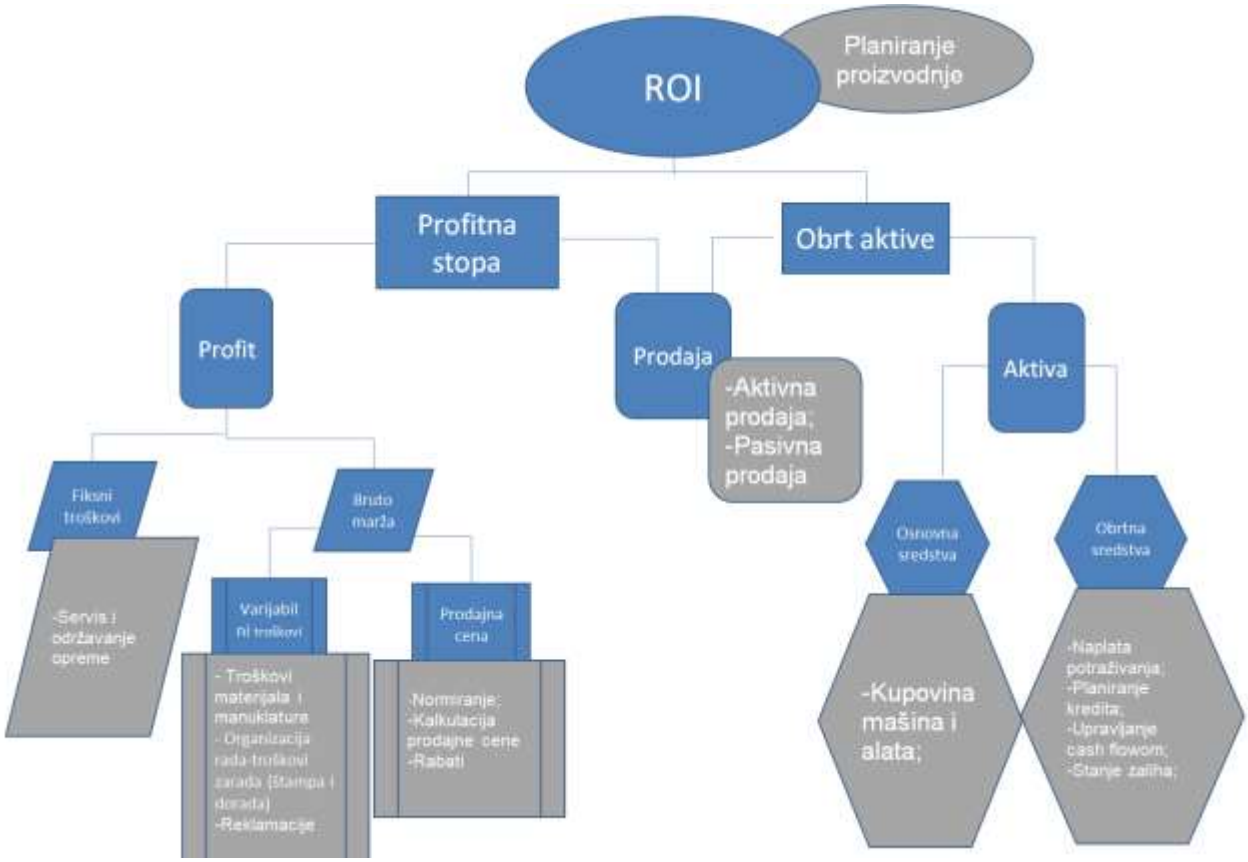
				ROI(A)				
				2015	0.03			
				2016	0.02			
		Profitna stopa				Koeficijent obrta imovine		
		2015	0.04			2015	0.95	
		2016	0.03			2016	0.78	
Dobit				Prodaja			Aktiva (imovina)	
2015	14,698,000			2015	408,727,000		2015	428,025,000
2016	15,141,000			2016	479,354,000		2016	610,823,000
maj 2016-maj 2017				maj 2016-maj 2017			maj 2016-maj 2017	

				ROI(Equipment)				
				2015	0.08			
				2016	0.05			
		Profitna stopa				Koeficijent obrta imovine		
		2015	0.04			2015	2.27	
		2016	0.03			2016	1.74	
Dobit				Prodaja			Oprema	
2015	14,698,000			2015	408,727,000		2015	179,712,000
2016	15,141,000			2016	479,354,000		2016	276,038,000

Ilustracija 3-Primer ROI kalkulacije u jednoj štampariji

Naime, i gledano kroz primer, prinos na angažovana sredstva od 20% za period, dobija se tako što preduzeće ima 2 poslovna ciklusa odnosno 2 obrta imovine u periodu sa stopom od 10%, ali se isti rezulat dobija i kroz 5 ciklusa i prosečnom profitnom stopom od 4%. Postavlja se pitanje šta je dobro za kompaniju. A odgovor je u tipu odnosno vrsti poslovnih procesa.

Du Pont analiza predstavlja jedan od integrisanih sistema koji poslovanje preduzeća posmatra u celini, a ne samo preko pojedinih aspekata poslovanja, što je suština procesnog pristupa. Svaka organizacija se može posmatrati kao procesni sistem, sistem koji stvara određenu vrednost za korisnika. Stoga se i svi procesi u okviru organizacije mogu posmatrati kao deo mreže međuzavisnih procesa, gde svaki proces ima svoju ulogu.



Ilustracija 4-Primer rasporeda procesa na pozicije Du Pont formule u jednoj štampariji

U primeru, procesi su raspoređeni na poziciju u formuli na koju direktno i jedino deluju. Identifikovanjem procesa, i vezivanjem za faktor formule identifikuje se i uticaj procesa bilo na Obrt imovine ili Profitnu stopu, a u krajnjem smislu i na Prinos na sredstva koje je vlasnik angažovao, i to je zadatak za kompanije.

Identifikovanjem procesa, i vezivanjem za faktor formule identifikuje se i uticaj procesa bilo na Obrt imovine ili Profitnu stopu, a u krajnjem smislu i na Prinos na sredstva koje je vlasnik angažovao, i to je glavni zadatak menadžmenta kompanije koja teže uspehu i unapedjenju.

Funkcionalno organizovanje kroz profitne i cost centre, planiranje i praćenje planova je model po kome rade uspešna preduzeća, ali uz maksimalno poštovanje principa holizma odnosno sveobuhvatnosti i postizanja zajedničkih ciljeva kompanije, a ne pojedinačnih sektorskih. Medjutim, shvatanje pojedinačnog sektora o jednakosti ciljeva kompanije sa pojedinačnim ciljevima je dugoročni proces, koji imperativno zahteva izradu jasnih planova.

Planovi osiguravju ispunjenje dugoročnih ciljeva, motivišu zaposlene (ako su realno postavljeni), kordiniraju aktivnosti na nižim organizacionim nivoima i pomažu da se na bazi brojeva donese sud o uspešnosti ispunjenja nekog zadatka. U primeru iz grafičke industrije, Planiranje je izdvojeno kao strateški proces. Stav prema izradi planova se veoma često povezuje sa veličinom preduzeća, te:

- Pozitivan stav imaju akcionarska društva i velika preduzeće je im praćenje planova predstavlja uspešan instrument za ocenu uspešnosti pojedinih delova preduzeća i njihovih menadžera;

- Negativan stav je karakterističan za mala preduzeća jer smatraju da za planiranjem nema potreba, da to iziskuje velike trošove i napore;

Cost centri ili troškovni centri su zaduženi za planiranje svojih aktivnosti i troškova koji mora da prate planiranu prihodovne aktivnosti. Zasnovanost plana troškova na organizacionoj strukturi, odnosno plan troškova po poslovnim funkcijama olakšava uklapanje plana troškova u budžet za poslovnu godinu.

Kompanije iz segmenta mikro i malih preduzeća nisu naviknuta da planiraju troškove, pogotovo ne u dugom roku. Okvirnim planom troškova smatraju se ad hoc analize za veća ulaganja. Troškovi su u funkciji zadataka. Smisao planiranja troškova je da se za svaku organizacionu jedinicu utvrdi realan trošak potreban za izvršenje aktivnosti u cilju ostvarenja prihoda. Resursi nisu neograničeni i veoma je dobro da rukovodioci pojedinih organizacionih delova budu informisani da apliciraju za isti dinar (Eur) u budžetu za poslovnu godinu.

Postavljanjem izolovanih planova preduzeće neće ostvariti potencijalne koristi, bez povezivanja internih procesa, bez koordinacije.

Uspešna kompanija mora da integriše organizacione ciljeve i organizacione funkcije(aktivnosti). Dobra struktura komunikacije u okviru preduzeća i povezanost pojedinačnih planova je osnov za rast i unapredjenje. Zato su neke od glavnih preporuka konsultantske kuće Casa Forte na projektu u štampariji pre svega bile bile:

- Uvodjenje Plana prodaje (mesečno i godišnje) i poredjenje planirano-ostvareno;
- Plan prodaje usaglašen sa kapacitetima proizvodnje, odnosno rad na planu prodaje po tipu knjige;
- Fiksiranje plana proizvodnje za period, bar od nedelju nada kako bi bilo moguće ustanoviti razlog odstupanja;

Planovi prevode planirane aktivnosti u brojeve, a instrumenti za ostvarivanje planova i praćenje njihove relizacije su KPI (Key Performance Indicators).

3.2 KPI (Key Performance Indicators), Ključni indikatori performansi i njihova veza sa procesima

Tematika definisanja ključnih indikatora poslovanja je danas u praksi sve više zastupljena.Istraživanja pokazuju da preko 90% najuspešnijih kompanija u svetu imaju neki oblik primene ključnih indikatora poslovanja kroz različite koncepte i metodologije.KPI su ključni indikatori uspešnosti (ili neuspešnosti) i merila koja podržvaju poslovnu strategiju i uspešno poslovanje preduzeća i odražavaju meru uspešnosti poslovanja i održivost poslovne strategije preduzeća.

KPI su glavni činioci izveštaja za menadžment.

Na Sajmu knjiga u Beogradu u 2017 godini, Vlasnik jedne domaće štamparije je izjavio da radni dan započinje otvaranjem KPI dashboarda na svom računaru. Njegovi KPI su vizuelizovni bojama: crveno (nezadovoljavjuće), žuto (identifikovan problem, pad performansi), zeleno (pokazatelji zadovoljavajući). On dalje nastavlja: "Ako se na mom ekranu otvorenog KPI dashborda pojavi bar jedno crveno polje, sazivam sastanak menadžmenta, ako su polja žuta i zelena, tad pišem mailove menadžerima, kada je sve zeleno, zatvaram kompjuter i idem u lov."

Ukoliko preduzeće nema automatizovano izveštavanje, menadžmentu je neophodno dostavljati specifične, upravljački relevantne informacije. Pripremanje ovakvih izveštaja nije nimalo jednostavno, pogotovu sa imperativom transparentnosti (realizacija kroz KPI), analizom odstupanja od definisanih SOP (Standard of performance) uz kontinuiranu usmerenost na budućnost. Kako bi se ti izazovi svladali, potrebno je osigurati uverljiv koncept prihvatanja KPI kao jedinstvene i nedvosmisline istine. Time se ostvaruje kontinuitet upravljanja i donošenja odluka utemeljen na određenim ključnim pokazateljima uspešnosti (KPI) i sameravanju pojedinačnog uticaja na Du pont rezultata odnosno ROI (Return on Investment) , ROA (Return on Assets), ROE (Return on Equity), ROCA (Return on Capital).

KPI treba da budu vezani za strateške ciljeve kompanije, ali i da predstavljaju pokazatelje koji se koriste u poslovanju kako bi se planirali i pratili učinci koji se realiziju. Na taj način oni služe za merenje uspešnosti preduzeća, ili jednog dela preduzeća (poslovne funkcije kao profit centra ili cost centar, pojedinačne aktivnost, pojedinačnog procesa ili pojedinčnog učinka zaposlenog). Odnosno, kompleksne KPI za potrebe strateškog upravljanja defiisanih kroz strateške mape i matrice, treba prilagoditi da budu razumnjivi običnom radniku, odnosno izvršiocu. Na primer: menadžment posmatra KPI imenovan "Konverzija broja poseta salonu u kupovinu", a za prodavca taj isti KPI je "broj izdatih računa u danu".

Ključni indikatori performansi se mogu definisati za sve nivoe u organizaciji: nivo radnih mesta, nivo manjih organizacionih celina (službi i odeljenja), pa do celina kao što su sektori. Jedan poslovni proces se ne završava u okvirima jedne funkcije, već su aktivnosti u jednoj poslovnoj funkciji inputi za drugu, a sve u cilju kompletiranja procesa.

Ključni indikatori se mogu definisati za procese koji se realizuju kroz više organizacionih celina (npr. nabavku, proizvodnju, prodaju, finansije), čime se smanjuje uticaj tzv. "silos" efekta, odnosno okrenutosti organizacionih delova sopstvenim ciljevima i aktivnostima. KPI pomažu usklađivanju svih procesa i aktivnosti u organizaciji, menadžerima i zaposlenima na nižim nivoima, za razumevanje povezanosti rezultata i aktivnosti koje se postižu u organizacionim delovima i na radnim mestima sa rezultatima i aktivnostima celog preduzeća.

KPI moraju ispunjavati osnovni SMART kriterijum (specifični, merljivi, ambiciozni, realni i vremenski ograničeni).

Medjutim, značajnost KPI nameće nove, proširene opise za akronim SMART, pa tako:

- S, pored Specific (specifičan), podrazumeva i Systematic (sistematičan), Synergestic (sinergetski), Shifting round (zaokružujući);
- M, pored Measurable (merljiv), podrazumeva i Motivating (motivišući), Memorable (pamtljiv), Meaningful (značajan);
- A, pored Ambitious (ambiciozan), podrazumeva i Achiavable (dostižan), Agreed-upon (unapred dogovoren), Accountability (odgovoran);
- R, pored Rael (realan), podrazumeva i Relevant (svrsishodan), Rasonable (svrisishodan), Result-orientied (orjentisan na rezultat);
- T, pored Time limited (vremenski ograničen), podrazumeva i Timely (pravovremen), Thoughtful (promišljeen), Tangible (odredjen);

Uspeh preduzeća zavisi koliko su dobro postavljeni KPI i u kojoj meri je svakodnevno poslovanje u skladu sa operativnim KPI proisteklim iz strateškog opredeljenja i strateških KPI. Tako da KPI mogu biti:

- Strateški;
- Operativni;

KPI pomažu boljem definisanju ciljeva i merenju ostvarenja tih definisanjih ciljeva, boljem donošenju odluka i boljem upravljanju. U zavisnosti od toga šta pokazuju i u kojim jedinicame mere, KPI mogu biti:

- Kvantitativni-pokazatelji koji se izražavaju u brojevima kao odnos nekih veličina, na primer procenat realizacije plana prodaje, procenat naplate potraživanja;
- Praktični-povezani sa procesima i aktivnostima, na primer: prosečno zauzetost stomatološke stolice ili prosečna potrošnja goriva bagera u radu;
- Usmeravajući-ukazuju na mesta za poboljšanje u organizaciji i kvalitetnije odluke;
- Optužujući-ukazuju na stepen (ne)usvajanje promena ili instrukcija u preduzeću;

Postoji ispravan i pogrešan način za izvodjenje KPI. Za početak preduzeće mora biti slobodno da pita. Priroda KPI je da obezbedi odgovore, ali odgovore na koja pitanja. Svaki KPI treba da bude odgovor na neko pitanje. Niko ne želi i ne treba da gubi svoje vreme i energiju na prikuplanje odgovora na pitanja koja nisi postavljena ili nikog nije briga za njih.

Deca konstantno postavljaju pitanja, iritiraju roditelje radoznalošću. Deca odrastaju i prestaju da pitaju jer ljudi ne žele da ne znaju odgovore. Kultura postavljanja KPI pitanja je veoma transparentna i uvek izvuče i nešto što ne bi trebalo ili se prikrivalo. Praćenje sledećih 10 koraka da obezbedjuje kreiraje dobrih KPI:[3]

- Identifikovati 1-3 KPI pitanja za svaki strateški cilj sa strateške mape preduzeća;
- Obezbedi da KPI budu povezani;
- Angažovati što više zaposlenih u kreiranju KPI pitanja;
- Napraviti da KPI pitanja budu jasna i kratka;
- Nazvati KPI kao otvoreno pitanje;
- Obezbediti da je KPI fokusiran na sadašnjost i na budućnost;
- Tražiti da KPI bude podešen i poboljšan kroz vreme;
- Koristi KPI pitanja koja vode do isporuke relevantnih i značajnih informacija;
- Koristi pitanja za sameravanje gde je neohodno podesiti postojeće KPI;
- Uključiti KPI pitanja u izveštaje u okviru pregleda poslovnih performansi;

Prva 4 koraka dizajniraju model svakog KPI sistema i pomažu da se KPI stave u kontekst. Uvek je najbolje pojasniti sa čime su strategijski KPI povezani, da bi svako ko traži KPI u momentu mogao da oceni njegovu relevantnost. Potrebno je odrediti zaposlenog ili službu za upravljanje i isporučivanje KPI. Ovo može biti jedan čovek ili tim ljudi, najčešće je to služba kontrolinga.

Ono što često može da nedostaje kod većine Dashbord i KPI sistema merenja jeste povezivanje sopstvenih performansi sa eksternom perspektivom.

Kompanije postanu opsednute svojim sopstvenim brojevima i trendovima, podacima, i propuste da pogledaju eksterne faktore, uključujući i veličinu tržišta, i specifičnosti i specijalnosti konkurencije.

Veoma je važno uključiti podatke o konkurenciji i eksternim pretnjama, radi bendžmarkinga (poredjenja) sopstvenih poslovnih performansi sa konkurencijom.

Umesto prostog merenja sopstvene satisfakcije kupaca, važno je takodje uporediti sa konkurencijom-što je sada daleko lakše nego ikad ranije kroz socijalne mreže, sajtove agregate (na primer: Podaci sa Trip Advisora koji omogućavaju poredjenje performansi hotela sa konkurencijom).

Ako se kompanija bavi isključivo svojim KPI to može da je zaslepi. Analiza konkurencije je važna za strateški plan. Razumevanjem sopstvenih snaga i slabosti, preduzeće će moće da identifikuje šanse koje će iskoristiti i upravljati ili izbeći pretnje kroz strateško planiranje (SWOT matrica) jer biznis jednog preduzeća ne postoji u vakumu.

Za velika preduzeća se često kaže da su neurotična usled prekomernog postavljanja sagledavanje procesa, izvodjenje mera njihove uspešnosti i uticaja na rezultat kompanije sagledan kroz dinamuku kretanja ROI (ROA, ROE, ROCA). , što uslovljava stalne reakcije i podešavanja.

S druge strane, mikro preduzeća se često opisuju kao šizofrena, jer većinu odluka donose srcem i na bazi utiska, bez KPI, povezivanja i analiza.

Prava mera je negde izmedju ova dva pristupa.

Rb	Definisan KPI (Key performance indicator)	SOP (Standard of performance)	Odgovorna osoba
1	Mesečna prodaja	65,000,000.00	Veljko Veljković
2	Godišnja prodaja za 2017	610,000,000.00	Veljko Veljković
3	Profitna stopa na godišnjem nivou	8.00%	Veljko Veljković
4	Mesečna profitna stopa	7- 10%	Petar Petrović
5	Broj novih kupaca do kraja 2017	5.00	Jovan Jovanović
6	Vrednost zaliha na kraju meseca	18,000,000.00	Jovan Jovanović
7	Iznos potraživanja od dobavljača na kraju meseca (struktura po danima)		Jovan Jovanović
8	Broj dana plaćanja prema dobavljačima	91 do 120 dana	Jovan Jovanović
9	Iznos plaćenih obaveza prema dobavljačima u mesecu	33,000,000.00	Jovan Jovanović
10	Iznos naplaćenih potraživanja od kupaca-planirani priliv		Petar Petrović
11	Broj dana naplate od kupaca	90 dana	Petar Petrović
12	Ciljani odnos sopstvenih i pozajmljenih sredstava		Petar Petrović
13	Broj radnika	160.00	Petar Petrović
14	Broj odštampanih tabaka mesečno	5,260,000.00	Petar Petrović
15	Broj savijenih tabaka mesečno	7,500,000.00	Petar Petrović
16	Trošak zarada	11,000,000.00	Petar Petrović
17	Trošak havarijskog održavanja max mesečno	700,000.00	Jovan Jovanović
18	Odnos realizovanih prihoda i troškova materijala	0.53	Jovan Jovanović
19	Prihvaćeni iznos tehničkog otpada-manuklature	1.50%	Jovan Jovanović
20	Prihvaćeni procenat reklamacija u odnosu na Prihod od prodaje po kupcu	1.50%	Jovan Jovanović
21	Prihvaćeni iznos isplaćenih troškova na ime prekovremenih sati	600,000.00	Jovan Jovanović

Ilustracija 5-Primer izvedenih KPI u jednoj štampariji

4. ZAKLJUČAK

Efektivnost (profit, ROI) i efikasnost (optimizacija procesa) su dva veoma važna pokazetelja u poslovanju. Bitno je uspostaviti procese u firmi tako da njima dobijemo efikasnost i efektivnost. Neophodno je da zaposleni razumeju važnost efikasne i efektivne organizacije. Obe su ekonomske kategorije, mogu se izmeriti novcem, i uvek će biti vidljive kroz novac.

Tabela 1- Primer KPI uticaja pojedinačnih procesa na efektivnost i efikasnost

	Proces	KPI
A	Nabavka papira – pravovremenost	86%
B	Asortiman poveza - dostupnost	92%
C	Prodaja – ostvarenje plana	94%
D	Naplata potraživanja - tačnost	89%
E	Reklamacije – rešavanja	98%

*Ukupna efikasnost = AxBxCxDxE odnosno 0,86*0,92*0,94*0,89*0,98=0,65*
Efikasnost komercijalne službe u navedenom primeru je 65%.

Zadatak za kompaniju jeste da preko Du Pont analize sagleda kako se ovakva efikasnost reflektuje na profit, kao i na ROI, odnosno da utvrdi koji je efekat poslovanja i propiše preventivne i korektivne mere.[5]

5. Pregled literature

1. *Hammer M., Champy J., (1993) Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution Nicholas Brealey Publishing. London;*
2. *Lazarević B. (2017), Uticaj poslovnih procesa na Du pontovu formulu, mojafirma.rs online portal;*
3. *Knežević G., Stanišić N., Mizdravković V. (2015), Analiza finansijskih izveštaja;*
4. *Marr B. (2015) Key Performance Indicators For Dummies Paperback;*
5. *Davidović, V. (2017), Edukacija na temu Efikasnost i efektivnost komercijalnih službi preduzeća;*

Presenting and corresponding author:
Biljana Lazarević
Casa Forte
Beograd, 11010
Milovana Šaranovića 16/13
Mob: +381 (64) 55 45 443
E-mail: biljana.lazarevic@casaforte.rs
*Biljana Lazarević će prezentovati rad na simpozijumu

Corresponding author:
Veljko Davidović
Casa Forte
Beograd, 11010
Dimitrija Marinkovića 5
Mob: +381 (65) 999 1595
E-mail: veljko.davidovic@casaforte.rs